

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. G. Wittke)

Kurz- und Langzeitregistrierung der Pansenmotorik am intakten Rind

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heide von Seefeld
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1969
Journal-Nr. 656

Druck:
ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e. V.
DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE
1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. G. Wittke)

Kurz- und Langzeitregistrierung der Pansenmotorik am intakten Rind

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heide von Seefeld

Tierärztin aus Berlin

Berlin 1969

Journal-Nr. 656

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin



Dekan: Prof. Dr. K. Bronsch
Referent: Prof. Dr. G. Wittke
Korreferent: Prof. Dr. H. J. Heidrich

Tag der mündlichen Prüfung: 12.2.1969

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung und Fragestellung	1
II. Literaturübersicht	2
III. Methodik der eigenen Untersuchungen	14
IV. Ergebnisse	26
V. Besprechung der Ergebnisse	53
VI. Zusammenfassung	61
VII. Literaturverzeichnis	62



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung und Fragestellung

Teil einer jeden klinischen Untersuchung der Hauswiederkäuer ist es, die Funktion ihrer Vormägen zu prüfen, deren ungestörte Tätigkeit als Indikator für Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere gelten kann. Die Leistungsfähigkeit der Wiederkäuer ist weitgehend abhängig vom optimalen Ablauf der Verdauungsvorgänge im Pansen. Hierfür sind regelmäßige Vormagenbewegungen eine wichtige Voraussetzung.

Die klinisch-diagnostischen Methoden zum Studium der Pansenbewegungen sind meist subjektiver Art und erlauben nur Untersuchungen über relativ kurze Zeit. Zur Klärung bestimmter Fragen erscheint es jedoch notwendig, nach Möglichkeiten zu suchen, die eine objektive Aufzeichnung der Pansenbewegungen am intakten Tier über lange Zeit gestatten. Am Rinde sind entsprechende Registrierungen selten und in der Regel nur über wenige Stunden durchgeführt worden.

Ich hatte die Aufgabe, die Wandbewegungen des dorsalen Pansensackes über 3 Stunden und über 12-24 Stunden fortlaufend zu registrieren. Dabei sollte geklärt werden, ob sich aus diesen Kurz- und Langzeituntersuchungen zusätzliche Kenntnisse über die Pansenmotilität gewinnen lassen. Ein wesentlicher Gesichtspunkt war dabei der Einfluß verschiedener Funktionszustände, worüber bisher nur sehr wenige Angaben vorliegen.

Es erscheint notwendig, zunächst einen Überblick über den Stand der Kenntnisse vorzuschicken, die wir von den Vormagenbewegungen und den damit verbundenen Reflexen haben, um auf dieser Grundlage sodann die Versuchsergebnisse besprechen zu können.

II. Literaturübersicht

Methoden

Es gibt Methoden, welche die Registrierung der Pansenbewegungen am intakten Tier erlauben und andere, die ein operatives Vorgehen voraussetzen. Letztere haben zwar experimentelle Bedeutung, sind aber diagnostisch nicht zu verwenden. Hierzu gehören Vormagenfisteln, wie sie von FLOURENS (1833, 1844) und HAUBNER (1837) zuerst an Schafen und von COLIN (1871) zuerst an Rindern angelegt worden sind. Auf diese Weise können am wachen Tier Vormagenkontraktionen oder die damit verbundenen Druckschwankungen registriert werden. Außerdem ist es möglich, durch direkte Reizung der Schleimhaut Rezeptorenfelder zu lokalisieren.

Eine zusammenfassende Darstellung über Voraussetzungen und Möglichkeiten der intrastomachalen Druckregistrierung haben MANGOLD und SCHILF (1925) gegeben. Als Druckempfänger sind bisher Fingerlinge, Gummiballons und Polyäthylen-Schläuche in Verbindung mit Manometern verwendet worden. Die Transmission erfolgt durch Luft oder Wasser. Die heute vorwiegend benutzten Strain-gauge-catheter-Systeme haben gegenüber der älteren Ballonsondenmethode den Vorteil, eine Registrierung raschster Druckänderungen an eng umschriebenen Orten zu gestatten (WESTER, 1926; SCHALK und AMADON, 1928; BRÜGGEMANN, 1935; QUAIST, 1936; MÜLLER, 1952; WEISS, 1953; BRUNAUD und DUSSARDIER, 1953, 1953a; REID und CORNWALL, 1959; OGHA, OTA und NAKAZATO, 1965; BARESEL, 1963; BHATTACHARYA und MULLICK, 1965; STEVENS und SELLERS, 1956, 1959, 1960; DZIUK und SELLERS, 1955, 1955a; DZIUK, FASHINGBAUER und IDSTROM, 1963; DZIUK, 1965, DZIUK und McCAULEY, 1965). Solche Druckänderungen können auch telemetrisch übertragen werden (RAHN, 1961; WALLACE, DRACY und OINES, 1959; PAYNE, 1960; DRACY und ESSLER, 1964; DZIUK, 1964; DRACY und KURTENBACH, 1965; RUCKEBUSCH und LAPLACE, 1966). Alle diese Methoden sind mit einem großen

apparativen Aufwand verbunden. Versuche wurden demzufolge immer nur an wenigen Tieren durchgeführt, die zudem sehr gut an die Bedingungen gewöhnt sein mußten.

MANGOLD und KLEIN (1927), MANGOLD (1928, 1929) sowie DUKES und SAMPSON (1937) haben an narkotisierten Schafen die Bauchhöhle eröffnet und die Hauben-Pansenmotilität direkt beobachtet.

TITCHEN (1958b) sowie REID und TITCHEN (1959) haben die Haube und Teile des Pansens unter die Haut verlagert, so daß die Bewegungsfolgen zu beobachten und zu filmen gewesen sind. (TITCHEN und REID, 1964; RUCKEBUSCH, LAPLACE und PERRET, 1967).

Klinisch-diagnostische Bedeutung haben Adspektion, Palpation und Auskultation. Am intakten Tier können weiterhin mit einem Mikrophon Pansengeräusche (DOUGHERTY und Dana CRUMB, 1949; MATSUMOTO, 1964) oder die Exkursionen der Körperwand in der Hungergrube, die durch die Bewegungen des Pansens zustande kommen, übertragen werden (BENKENDÖRFER, 1910; DOUGHERTY und Dana CRUMB, 1949; ALEXANDER und MOODIE, 1960; BARESEL, 1963). NATSCHEFF und IWANOFF (1962) haben mit einem Ruminographen die Pansenmotorik auf einem Rußkymographion aufgezeichnet. Vormagenbewegungen und Futtertransport können auch röntgenologisch verfolgt werden (CZEPA und STIGLER, 1926, 1929; MAGIE, 1932; PHILLIPSON, 1939; DOUGHERTY und MEREDITH, 1955; BENZIE und PHILLIPSON, 1957).

Ablauf der Vormagenbewegungen

An den drei Vormagenabteilungen läuft ein koordinierter Bewegungszyklus ab. WESTER (1926) kennzeichnet ihn als eine regelmäßige Folge peristaltischer und antiperistaltischer Wellen, die über den Netzmagen, den Pansen und den Blättermagen wandern. SCHALK und AMADON (1928) unterscheiden bei der Bewegungsfolge des Pansens Primär- und Sekundärzyklen. REID und CORNWALL (1959) beschreiben für das Rind einen in

drei Phasen ablaufenden "Misch-Zyklus" mit einer mittleren Dauer von 30 Sekunden: hierbei werden die Ingesta von der Haube in den vorderen und dorsalen Pansensack, von dort zurück in die Haube, vom dorsalen in den ventralen und schließlich in das dorsale und vordere Kompartiment transportiert. Beim wiederkauenden und beim ruhenden Tier ist dieser Primärzyklus häufig verkürzt, d.h. es werden dann keine Kontraktionen des ventralen und des kaudodorsalen Pansensackes registriert. Der gleichfalls 25-30 Sekunden dauernde "Ruktus-Zyklus" soll mit einer Kontraktion des kaudodorsalen Blindsackes beginnen. Es folgen in kaudo-kranialer Richtung ablaufende Kontraktionen des dorsalen und abschließend des ventralen Pansensackes. DZIUK und Mitarbeiter haben die Hauben-Pansenkontraktion am Weißwedelhirsch *Odocoileus virginianus* (1963), am amerikanischen Bison (1965) sowie an Rind, Schaf und Ziege (1965a) vergleichend beschrieben. Die Motilitätsmuster stimmen bei allen Arten grundsätzlich überein. Für die kleinen Hauswiederkäuer sind charakteristisch: die biphasische Kontraktion der Haube, ihre sehr ausgeprägte, jede Rejektion einleitende monophasische Kontraktion, sowie die kurze und wenig kräftige, gleichzeitig mit der Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes ablaufende Sekundärkontraktion des kaudodorsalen Blindsackes. Das Bewegungsmuster ist relativ konstant und kann in folgender Weise dargestellt werden:

H, CP, DP_P, CDB_P, VP_P, DP_S, CDB_S, VP_S

Es bedeuten:

H Haubenkontraktion

CP Kontraktion des kranialen Pansensackes

DP_P bzw. DP_S Primär- bzw. Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

CDB_P bzw. CDB_S Primär- bzw. Sekundärkontraktion des kaudodorsalen Blindsackes

VP_P bzw. VP_S Primär- bzw. Sekundärkontraktion des ventralen Pansensackes.

Abweichend von den kleinen Wiederkäuern sind für das Rind typisch: zwei deutlich voneinander abgesetzte Haubenkontraktionen, eine kurze Regurgitationskontraktion und eine außerordentlich kräftige Sekundärkontraktion des kaudodorsalen Blindsackes. Der Hauben-Pansenzyklus ist stärker variabel.

Am häufigsten treten folgende drei Sequenzen auf:

- a) H, CP, DP_P, CDB_P, VP_P
- b) H, CP, DP_P, CDB_P, DP_S, VP_S
- c) H, CP, DP_P, CDB_P, VP_P, CDB_S, DP_S, VP_S

Die Untersuchungen von STEVENS, SELLER und SPURRELL (1960) haben gezeigt, daß regelmäßige Kontraktionen der Hauben-Psalteröffnung und des Psalterkanals in den Hauben-Pansenzyklus mit einbezogen sind. Synchron mit der ersten und zweiten Bewegung des dorsalen Pansensackes erfolgen Primär- und Sekundärkontraktion des Psalterkanals. Die Bewegungen des Psalterkörpers, die außerordentlich kräftig und andauernd sind, weisen dagegen einen eigenen Rhythmus auf, der unabhängig vom Pansen-Haubenzyklus abläuft. Eine selbständige Bewegung der Psalterblätter ist nicht vorhanden und kann auch durch elektrische Vagusreizung nicht ausgelöst werden (DUKES und SAMPSON, 1937). BENZIE und PHILLIPSON (1957) beschreiben Form- und Lageveränderungen des Blättermagens. Er wird während der zweiten Haubenkontraktion nach kranial-ventral verlagert und rotiert dann um seine Längsachse in kaudo-dorsaler Richtung. Nahezu die gesamte einströmende Nahrungsflüssigkeit wird zwischen die Psalterblätter gepresst: die Menge Haubeninhalts, die direkt über den Psalterkanal in den Labmagen übertritt, ist wesentlich geringer als man bis dahin angenommen hat. Ein Übertritt von Ingesta aus der Haube in den Psalter ist nur möglich während der zweiten Haubenkontraktion. Während dieser Zeit herrscht zwischen der kontrahierten Haube und dem erschlafften Psalterkanal ein Druckgefälle von ca. 10 mm Hg, das eine Aspiration von Haubeninhalt durch den dilatierten Hauben-Psaltersphincter er-

möglichst (WESTER, 1926; SCHALK und AMADON, 1928; BALCH, KELLY und HEIM, 1951; SELLERS und STEVENS, 1966).

Die Japaner MATSUMOTO und ITABISASHI haben bei elektrokardiographischen Untersuchungen an Ziegen beobachtet, daß die Grundlinie periodische Schwankungen zeigt, von denen sie vermutet haben, daß sie mit bestimmten Vormagenbewegungen zusammenhängen. Durch Ableitung mit Nadelelektroden von 40 Punkten an der rechten und linken Brust- und Bauchwand ist eine Vielzahl von Potentialen zu differenzieren gewesen, die sich in Form, Amplitude, Dauer und Polarität unterscheiden haben. Eine der Potentialformen hat man mit Sicherheit der diphasischen Netzmagenkontraktion zuordnen können. Sie ist gekennzeichnet gewesen durch zwei rasch nacheinander auftretende aufwärts gerichtete Zacken und eine nachfolgende, etwas länger dauernde, abwärts gerichtete Zacke.

Beim ruminierenden Tier sind die aufwärts gerichteten Deflektionen stets triphasisch gewesen, und es ist anzunehmen, daß die erste Zacke mit der monophasischen Haubenkontraktion zusammenhängt, die jede Rejektion einleitet. Die Autoren nehmen an, daß durch transmurale elektrochemische Potentialdifferenzen an den Vormägen ein elektrisches Feld zustandekommt, das durch Art und Menge der Ingesta beeinflußt werden kann. Vormagenbewegungen sollen zu Änderungen des Feldes führen, die als Potentialschwankungen von der Körperoberfläche abzuleiten sind. (1964, 1964a, 1964b, 1964c, 1965, 1966, 1966a, 1966b).

Rejektion

Jeder Wiederkauzyklus wird durch eine Rejektion eingeleitet. Dabei tritt Futterbrei nach Öffnung der Cardia in den kaudalen Oesophagusabschnitt, der eine Dilatation erfährt als Folge einer intrathorakalen und damit intraoesophagealen Druckerniedrigung. Diese wird erreicht durch eine forcierte Inspiration bei gleichzeitigem Verschuß der oberen Atemwege.

Bislang hat die Ansicht geherrscht, daß dies durch einen Verschuß der Glottis verursacht wird. ROUSSEAU (1966) hat den endotrachealen Druck während der Rejektion registriert und elektromyographisch die Aktivität des Gaumensegelhebers (*M. levator veli palatini*), der Schlundkopfschnürer (*M. pterygopharyngeus*, *M. stylopharyngeus*) und des Stimmritzenverengerers (*M. thyreoarytaenoideus*) aufgezeichnet. Aus dem zeitlichen Ablauf der Kontraktion dieser Muskeln hat er gefolgert, daß die forcierte Einatmung vor der Rejektion mit einem Verschuß der Nasenrachenenge einhergeht, und daß sich die Glottis erst schließt, wenn Ingesta bereits in die Speiseröhre eingetreten sind. Dieser Glottisverschuß dient demnach nicht der intrathorakalen Druckerniedrigung sondern soll nur verhindern, daß Nahrungsbrei in die Trachea gelangt (ROMAN, 1966).

RUCKEBUSCH und LAPLACE (1966a) haben bei ruminierenden Schafen ein Elektroretikulogramm registriert, Dies ist gekennzeichnet gewesen durch ein triphasisches Potential, also durch drei Oszillationen, die der Regurgitationskontraktion der Haube und den beiden zyklischen Netzmagenbewegungen vorausseilen. Diese Extrahaubenkontraktion soll dazu dienen, das Druckgefälle zwischen Speiseröhre und Retikulum zu vergrößern (STIGLER, 1931; DOWNIE, 1954; BELL, 1958) bzw. die Cardia in die Flüssigkeit einzutauchen (WESTER, 1926; SCHALK und AMADON, 1928; BERGMAN, und DUKES, 1926).

Nach STEVENS und SELLERS (1960) hat die beim Abschlucken am Oesophagus registrierte Druckwelle eine Geschwindigkeit von ca. 42 ± 5 cm/sec; bei der Rejektion wandert sie mit einer Geschwindigkeit von ca. 107 cm/sec oralwärts.

Eine Reihe von Untersuchern haben die Rejektion experimentell ausgelöst durch mechanische Reizung der Schleimhaut im Endabschnitt des Oesophagus, in der Umgebung der Cardia, der Schlundrinne, des Pansen-Haubenpfeilers und der Hauben-Psalteröffnung (WESTER, 1926; SCHALK und AMADON, 1928; BALCH, 1952; CLARK, 1950, DOWNIE, 1954; ASH und KAY, 1959).

RUCKEBUSCH und LAPLACE (1966b) haben bei Schafen durch intravenöse Verabreichung von Adrenalin und Serotonin die Rejektion von Nahrungsbrei mit anschließendem Wiederkauen induziert. Sie nehmen an, daß die durch Adrenalin bedingte Ischämie des Gewebes indirekt für die Reizung gastraler Rezeptoren verantwortlich ist.

Integrität des dorsalen oder ventralen Bauchvagus ist die Voraussetzung für den Ablauf des Wiederkaureflexes (MANGOLD und KLEIN, 1927; HOF LUND, 1940; DUNCAN, 1953; HABEL, 1956). Die Koordination von Rejektion, Remastikation und Resalivation erfolgt in umschriebenen Kerngebieten der Medulla oblongata (ELL und LAWN, 1955; ANDERSSON, KITCHELL und PERSSON, 1958). Allerdings scheint noch ein übergeordnetes Integrationszentrum im Zwischenhirn zu liegen, wie die Versuche von WYRWICKA und DOBRZECKA (1965) gezeigt haben. Ihnen ist an Ziegen auch die Konditionierung zentral induzierten Wiederkauens gelungen.

RUCKEBUSCH (1963) hat an der gleichen Tierart Beginn und Ende von Wiederkauperioden konditioniert, indem er unbedingte Reize (mechanische Stimulation der Hauben-Psalteröffnung) und bedingte Reize (optische und akustische Signale) miteinander gekoppelt hat.

Ruktus

Die Entleerung der Pansengase erfolgt unter Mitwirkung der Bauchpresse immer im Verlauf einer Pansenbewegung. Die Häufigkeit des Ruktus hängt ab von der Höhe des intraruminalen Gasdruckes (WESTER, 1926; DOUGHERTY, 1942; NICHOLS, 1951; STEVENS und SELLERS, 1959; RFID und TITCHEN, 1965). McCAULEY und DZIUK (1965) haben die sich im dorsalen Pansensack sammelnde Gasmenge gemessen und festgestellt, daß die Gasbildung abrupt beim Beginn des Wiederkauens und beim Wiedereinsetzen der Vormagenbewegungen nach experimentell durch Atropin-Injektion hervorgerufener Pansenatonie ansteigt. Daß Körperstellung und Aktivitätszustand des Tieres die Ruktusfrequenz

beeinflussen, haben DZIUK und Mitarbeiter für Rind, Schaf und Ziege, den amerikanischen Bison und den Weißwedelhirsch beschrieben (1965, 1965a, 1963). Ihre vergleichenden Untersuchungen haben zudem gezeigt, daß der Ruktus wesentlich häufiger mit der Sekundärkontraktion als mit der Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes einhergeht, beim Hirsch ausschließlich mit der Sekundärkontraktion. DOUGHERTY und MEREDITH (1955) und DOUGHERTY und HABEL (1955) haben beim Schaf während der Eruktation den Bewegungsablauf an Haube, Pansen und Speiseröhre gefilmt: durch Kontraktion des dorsalen Pansensackes wird Gas kranialwärts in die gleichzeitig relaxierte Haube transportiert, der Pansen-Haubenpfeiler ist dabei maximal kontrahiert und hält die Ingesta zurück; bei andauerndem Schluß des pharyngoesophagealen Sphincters erschlaffen Cardia und diaphragmatischer Sphincter, und Gas tritt in die Speiseröhre; nach Kontraktion der beiden kaudalen Sphincteren wird es durch rasche antiperistaltische Wellen oralwärts transportiert; jetzt erst öffnet sich der Sphincter am Übergang zwischen Pharynx und Oesophagus.

Nach STEVENS und SELLERS (1960) können an der retrograd ablaufenden Druckwelle zwei Phasen unterschieden werden: die gleichzeitig mit der ersten Phase der intraoesophagealen Druckwelle (1-5") ablaufende Kontraktion des dorsalen Pansensackes wird als treibende Kraft für die Füllung des Oesophagus mit Gas angesehen; der zweite Teil der Druckwelle (0,2") wandert mit einer Geschwindigkeit von ca. 230 cm/sec maulwärts.

Die Voraussetzung für das Ablaufen des Ruktusreflexes sind ein ausreichender intraruminaler Gasdruck, die Senkung des Flüssigkeitsspiegels unter die Speiseröhrenmündung und die Dilatation der Cardia (REID und TITCHEN, 1965; WEISS, 1953; WILLIAMS, 1955; DOUGHERTY, HABEL und BOND, 1958). Wird durch lokale Infiltration von Procain der Tonus des Cardiasphincters

vermindert, so tritt nach Insufflation eines Gasgemisches der Ruktus häufiger und auch unabhängig von Pansenbewegungen auf. Dem Dehnungsgrad der Cardia scheint also bei der Auflösung des Reflexes eine wichtige Rolle zuzukommen. STEVENS und SELLERS (1959) haben in den gleichen Versuchen gezeigt, daß die Ausschaltung des vom ventralen abdominalen Vagus abgehenden Haubennerven zwar die Netzmagenkontraktionen inhibiert, Ruktus, Salivation und Pansenkontraktionen aber nicht beeinflußt. Anaesthesie der Pansenäste des dorsalen Bauchvagusstammes dagegen verändern die Netzmagenmotilität nicht, während der Ruktus sistiert.

Nervöse Kontrolle

Der Bewegungszyklus der drei Vormagenabteilungen wird nervös gesteuert. Automatisch tätige Schrittmacher scheinen in der Vormagenwand nicht vorzukommen. Wie Durchschneidungsversuche am Vagus gezeigt haben, reicht die Aktivität der intramuralen Plexus nicht aus, um eine geordnete Motorik aufrechtzuerhalten (HOFLUND, 1940; DUNCAN, 1953; HABEL, 1956; DUSSARDIER, 1955, 1960). Eine doppelte Sicherung der zentralen Innervation ist gegeben durch den Faseraustausch zwischen dem rechten und linken Vagus in der Brusthöhle. Bei Ausfall des einen Halsvagus ist deshalb immer noch eine ausreichende Innervation der Versorgungsgebiete gewährleistet (MANGOLD und KLEIN, 1927; MANGOLD, 1928, 1929).

Das Studium der Reflexabläufe ist an spinalen und decerebrierten Präparaten erfolgt; die Funktion des Vagus und Sympathikus ist in Reizungs- und Durchschneidungsexperimenten - in jüngster Zeit mit der Methode der Einzelfaserableitung - untersucht worden (IGGO, 1951, 1956; TITCHEN, 1958a, 1960; CLARK, 1953; REID und TITCHEN, 1965; LEEK, 1963, 1966; IGGO und LEEK, 1967, 1967a).

Die Rolle des Sympathikus ist nicht endgültig geklärt. DUNCAN hat 1953 beim Schaf nach bilateraler Splanchnotomie keine

Auswirkungen auf die Hauben-Pansenmotorik beobachtet. BRUNAUD und NAVARRO (1953, zit. nach DIRKSEN, 1963) haben beschrieben, daß durch Splanchnikusreizung die infolge Vagusreizung hervorgerufenen Kontraktionen von Haube, Pansen und Labmagen in ihrer Stärke vermindert werden, desgleichen der Tonus von Haube und Pansen. Ein- bzw. beidseitige Abtragung der Hirnrinde beeinträchtigen weder die Vormagenmotilität noch das Wiederkauverhalten. Frontale Lobektomie und lokale Infiltration von Methylalkohol in subkortikales Gewebe dagegen führen zu abnormem Wiederkauverhalten. CLARK (1953) hält es für wahrscheinlich, daß in der Gegend vor dem Infundibulum der Hypophyse ein übergeordnetes Integrationszentrum für Vormagenmotilität und Rumination liegt. TITCHEN und REID (1964) geben einen historischen Überblick über Arbeiten, die sich mit der nervösen Kontrolle der Vormagenbewegungen beschäftigt haben.

Reflexbeziehungen zwischen den Pansen-Haubenbewegungen und dem Psalterinnendruck, der Labmagenfüllung und der Labmagenezidität sind von ASH (1959), BOST und VÉRINE (1965), IGGO und LEEK (1967a) und von EHRLEIN und HILL (1967) beschrieben worden.

Über die Frage, ob die Koordinierung der komplexen Bewegungsvorgänge an den Vormägen ein zentrales oder ein peripheres Phänomen ist, bestehen unterschiedliche Auffassungen. Um festzustellen, welcher Art die zentralen Erregungsmuster sind, die die Tätigkeit der gastral Motoneurone bestimmen, sind entweder die elektrischen Aktivitäten im dorsalen Vagus Kern oder aber die Entladungsmuster efferenter vagaler Fasern abgeleitet worden. IGGO und LEEK (1967, 1967a) haben auf diese Weise verschiedene Fasergruppen differenziert mit ganz bestimmten Entladungsmustern. Form, Dauer, Amplitude und zeitlicher Ablauf dieser Potentiale haben es möglich gemacht, sie bestimmten motorischen Ereignissen im Vormagen-

bereich zuzuordnen. Von zwei Fasertypen ist mit Sicherheit festgestellt worden, daß sie die Haube und den dorsalen Pansensack aktivieren. Nach Ansicht dieser Autoren ist die Koordinierung der Vormagenmotilität in erster Linie eine Leistung der sog. "Magenzentren" im Rhombencephalon, repräsentiert durch den dorsalen Vagus Kern. Diese Zentren erhalten durch kontinuierliches Einlaufen afferenter Impulse von gastraln Rezeptoren Informationen über Muskelspannung und Spannungsänderung. Die Rezeptoren im Bereich der Schlundrinne, der Cardia, der medialen und ventralen Haubenwand sowie in der Umgebung des Pansen-Haubenpfeilers und der Hauben-Psalteröffnung sind langsam adaptierende Rezeptoren. Während der Ruhephase des Primärzyklus zeigen sie Dauerentladungen proportional dem Tonus der Haubenwand und zunehmende Impulsfrequenz bei spontaner Kontraktion und passiver Dehnung. Efferente Fasern feuern nicht während der Ruhepause und auch nicht, wenn der intraretikuläre Druck weniger als 8 mm Hg beträgt. Eine Hemmung der Hauben-Pansenbewegungen ist durch extreme Distension des Netzmagens erreicht worden. Es ist nicht geklärt, ob Erregung und Hemmung auf das Ansprechen verschiedener Rezeptoren mit unterschiedlichen Schwellen zurückzuführen sind. IGGO (1955, 1956) und LEEK (1963, 1966) charakterisieren aufgrund dieser Meßergebnisse die gastraln Rezeptoren als phasisch-tonisch arbeitende Dehnungsrezeptoren, die in Serie mit den Muskelfasern geschaltet sind.

Neben den Füllungszustand beeinflussen die physikalische und chemische Beschaffenheit des Vormageninhaltes - vor allem die von Rauhfutter ausgehenden taktilen Reize - Intensität und Frequenz der Bewegungen (STEVENS und SELLERS, 1959; COLVIN und DANIELS, 1965).

Vermehrte Salivation und gesteigerte Motilität haben ASH und KAY (1959) nach mechanischer Reizung von Schleimhautarealen in der Umgebung der Cardia, der Schlundrinne, des Pansen-

Haubenpfeilers, des vorderen Pansenpfeilers und der Hauben-Psalteröffnung registriert. In diesen Gebieten hat HILL (1957, 1958) nervöse Strukturen lokalisiert, die als periphere Rezeptoren gedeutet werden könnten (DIRKSEN, 1963).

BEGHELLI et al. (1960, 1961, 1963, 1964, 1966, 1967) vertreten die Hypothese der funktionellen Vorrangstellung eines intramuralen Mechanismus. Sie haben bei narkotisierten Schafen bioelektrische Potentiale aus dem Nucleus dorsalis abgeleitet und auf diese Weise Impulsmuster für die di-phasische Haubenkontraktion, die ebenfalls zweizeitige Kontraktion des Atriums und für die Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes klassifiziert. Sie haben gefunden, daß trotz des Unterschiedes zwischen der Muskelmasse des Netzmagens und des Pansens (1 : 6) bei der Haubenkontraktion absolut mehr Neuronen aktiviert werden als bei der Kontraktion des Vorhofes und des dorsalen Pansensackes. Zur Auslösung von Bewegungsfolgen am Pansen genügte also im Vergleich zur Haubenkontraktion eine relativ geringe vagale Aktivierung. Auch MORRISON und HABEL (1964) sind der Ansicht, daß die koordinierte Tätigkeit der verschiedenen Pansenkompartimente ein peripheres Phänomen sei. Dies sei herzuleiten aus der starken Vernetzung von Vagusfasern mit dem Plexus myentericus. Die Autoren nehmen an, daß die zentralen Impulse nur als Auslöser dienen, während Verteilung und Koordinierung der vagalen Antriebe auf intramuraler Ebene erfolgen würden.

III. Methodik der eigenen Untersuchungen

Die Untersuchungen erfolgten in zwei Abschnitten mit zwei verschiedenen Methoden. Sie erstreckten sich insgesamt von Januar bis Oktober 1968.

1. Methode A

a) Fühler zur Abnahme der Wandbewegungen des dorsalen Pansensackes (s. Abb. 1).

Der Fühler besteht aus einem oval geformten Stück Messingrohr (langer Durchmesser 155 mm, kurzer Durchmesser 90 mm, Höhe 40 mm). Über den unteren Rand ist ein aufgeschnittener Gummischlauch gelegt, um einen festen Andruck zu ermöglichen. Innen ist auf zwei Winkeln ein Plexiglasstreifen befestigt (140 mm x 12 mm x 3 mm). Er trägt in der Mitte einen Stempel ($\varnothing$ 20 mm), der in der Höhe um 15 mm verstellbar ist. Am äußeren Rand des Abnehmers sind drei isolierte Telefonbuchsen angeschraubt zum Anschluß für die abführenden Leitungen. Der Plexiglasstreifen ist - 35 mm von der Mitte entfernt - beidseitig mit Dehnungsmeßstreifen beklebt (Metallfilm DMS, Typ C 40-121, $R = 120 \Omega \pm 0,2 \Omega$, K-Faktor $2,03 \pm 1/2\%$). Die Meßstreifen sind, wie auch die weich angelöteten Drähte, zum Schutz vor Beschädigung und Verschmutzung mit Tesafilm abgedeckt. Der Stempel in der Mitte des Abnehmers überträgt die Exkursionen der Körperwand auf den Plexiglasträger und damit auf die Dehnungsmeßstreifen. Diese sind mit zwei Festwiderständen zu einer Wheatstone'schen Brücke geschaltet. Die Brückenspeisung beträgt 4,5 V. Die Änderungen des Brückengleichgewichtes werden über einen Gleichspannungsverstärker auf einen Direktschreiber übertragen.

Zwei 60 mm breite Bügel am oberen Rand des Abnehmers dienen zur Befestigung eines Gurtes, der zirkulär um das Tier gelegt wird. Der Ring wird so befestigt, daß der Stempel ca. handbreit hinter dem Körper der letzten linken Rippe und ca.

handbreit unter den Querfortsätzen der ersten Lendenwirbel der Körperwand anliegt (s. Abb. 2).

b) Kauabnehmer

Die Abnahme der Kaubewegungen erfolgt mit einem 95 mm langen, 10 mm breiten und 0,05 mm starken Stahlfederblechstreifen (V 2A Stahl), der mit zwei Dehnungsmeßstreifen beklebt ist (technische Daten der DMS siehe Abschnitt a). Der Kaufühler wird mit Pattex direkt auf die Haut geklebt und zwar im Bereich des linken M. temporalis, dort wo beim Kauen die stärkste Beweglichkeit zu beobachten ist (s. Abb. 2). Die abführenden Leitungen werden an den Hörnern befestigt. Verstärkung und Registrierung der Widerstandsänderungen erfolgen wie oben beschrieben.

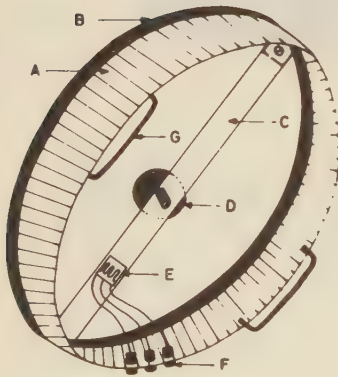


Abb. 1

(Maßstab ca. 1 : 1)

- A = Messingstück
- B = Gummischlauch
- C = Plexiglasstreifen
- D = Stempel
- E = Dehnungsmeßstreifen
- F = Telefonbuchsen
- G = Bügel



Abb. 2

Kuh mit angelegtem Pansenfühler und Kauabnehmer.
Nähere Beschreibung s. Text.

c) Registrierung

Alle Registrierungen wurden mit einem Direktschreiber (Physiopolygraph, Schwarzer) vorgenommen. Der Papiervorschub betrug 1 mm/sec. Stellungswechsel, Auftreten des Ruktus, Rejektion und Abschlucken beim Wiederkauen, heftige Körperbewegungen und besondere Körperhaltungen wurden protokolliert. Ein Blockschema der Versuchsanordnung enthält Abb. 3.

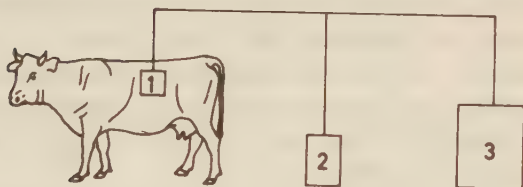


Abb. 3

Schema der Versuchsanordnung

Fühler zur Abnahme der Wandbewegungen des
dorsalen Pansensackes (1)

Verstärker (2)

Registriergerät (3)

d) Diskussion der Methode A

Die Bewegungen des dorsalen Pansensackes lassen sich, da dieser in der linken Flankengegend der Bauchwand direkt anliegt, von außen beobachten und registrieren. Die Voraussetzung dafür, daß die Wandbewegungen exakt übertragen werden, ist eine feste mechanische Koppelung zwischen Fühler und Körperwand. Der Fühler muß einen bestimmten Druck auf die Bauchwand ausüben und damit der Bauchdeckenspannung, die je nach der Stellung des Tieres und dem Füllungszustand des Pansens verschieden ist, Rechnung tragen. Der beschriebene Fühler hat sich als robust erwiesen und ist schnell und leicht anzubringen. Der verwendete Gurt ist dehnbar und elastisch. Dadurch ist ein fester Sitz des Ringes garantiert. Eine Kompression der oberflächlichen Abdominalgefäße ist allerdings nicht zu vermeiden. Die Tiere haben sich bei den ersten Experimenten durch den Bauchgurt irritiert gezeigt und auch versucht, ihn abzustreifen. Sie gewöhnen sich aber daran. Die Milchleistung ist in allen 24-Stundenversuchen nicht beeinträchtigt gewesen.

Es hat sich als notwendig erwiesen, jedesmal wenn das Tier die Stellung wechselt, die Höhe des Stempels und damit den Andruck zu verändern. Zum anderen ist es mehrmals vorgekommen, daß sich der Verschluß des Gurtes geöffnet, wenn das Tier bei Kot- und Harnabsatz oder bei heftigen Körperbewegungen den Rücken stark gekrümmt hat. Dadurch verändert sich der Sitz des Fühlers. Um entsprechende Korrekturen vornehmen zu können, ist die Anwesenheit der registrierenden Person im Stall notwendig gewesen.

Die Verwendung von Dehnungsmeßstreifen garantiert eine genügend hohe Empfindlichkeit des Fühlers auch geringsten Wandexkursionen gegenüber. Als Kriterium hierfür ist eine deutliche Auslenkung der Grundlinie durch die Atembewegungen zu werten. Da sich diese auch den einzelnen Kontraktionen superponieren, heben sich deren Fußpunkte (Beginn des Anstieges und Ende

des Abfalles) nicht immer deutlich ab. Der gewählte Papier-vorschub erlaubt es, die Dauer der Kontraktionen, die Atemfrequenz und die Zeitbeziehungen bei den Ereignissen des Wiederkauens direkt abzulesen.

Mit der beschriebenen Versuchsanordnung ist es möglich gewesen, etwas über die Folge und die Dauer der Kontraktionen, nichts dagegen über ihre Intensität auszusagen. Die unterschiedlich hohen Kontraktionsamplituden können Ausdruck veränderter mechanischer Koppelung zwischen Fühler und Tier sein und sind daher zu einer Beurteilung der Bewegungsintensität nicht geeignet. Andererseits steht außer Zweifel, daß der beschriebene Fühler alle durch Wandbewegungen des dorsalen Pansensackes hervorgerufenen Exkursionen der Körperwand überträgt.

e) Versuchstiere und Fütterung

Die Registrierungen wurden an zwei schwarzbunten Niederungsrindern durchgeführt

Versuchstier (Vt.) A, ca. 8 Jahre, 480 kg

Versuchstier (Vt.) E, ca. 5 Jahre, 450 kg

Beide Tiere waren frischmelkend. Die Untersuchungen wurden jeweils am dritten Tag nach dem Abkalben aufgenommen. Die Versuchstiere waren klinisch gesund. Sie standen in Mittel-langständen im klimatisierten Versuchstierstall (Temperatur 17°C, Luftfeuchtigkeit 50-60 %). Dieser wurde außer zum Melken, Füttern und Reinigen nicht begangen. Füttern und Melken erfolgten um 7 Uhr morgens und um 15.30 Uhr nachmittags. Die Ration bestand aus Trockentreber und Kraftfutter als Grundfutter und Heu ad libitum. Eine Selbsttränke stand zur Verfügung. Außer den beiden Rindern befanden sich noch ihre Kälber in einer besonderen Box im Stall.

f) Verlauf der Untersuchungen

Vorversuche

Zur Erprobung der Methode wurde eine größere Anzahl von

Registrierungen über 3-4 Stunden in der Zeit zwischen 9 und 17 Uhr durchgeführt.

Hauptversuche

3 x über je 24 Stunden bei Vt. E

1 x über 24 Stunden bei Vt. A

1 x über 12 Stunden bei Vt. A

2. Methode B

Um die Registrierungen im Stall weniger aufwendig zu gestalten und keinen Direktschreiber aufstellen zu müssen, wurde versucht, mit einem Fühler die Wandbewegungen des dorsalen Pansensackes, die sich der Körperwand in der Hungergrube mitteilen, aufzunehmen und eine Trägerfrequenz modulieren zu lassen, die auf Magnetband gespeichert werden konnte.

a) Fühler (s. Abb. 4)

Die Aufnahmevorrichtung besteht aus einer dreieckigen Plexiglasplatte (Kantenlänge 175 mm, Stärke 5 mm), die mit drei Schrauben (M 5 x 75 mm) am Tier befestigt wird. Dazu werden auf die Hungergrube mit Pattex drei Lederscheiben (Durchmesser 35 mm) geklebt, in deren Mitte eine Mutter angenietet ist. In der Mitte der Grundplatte sitzt ein federnd angebrachter Stempel mit einer Achsenlänge von 100 mm und einem Durchmesser von 15 mm. Er ist an der unteren Fläche der Grundplatte in einem 15 mm starken Teflonstück und oberhalb der Platte zwischen zwei 1 mm starken Messingstreifen gelagert, die einen Abstand von 4 mm haben. Ein über die Stempelachse geschobener geschlitzter Teflönring ist zwischen den beiden Messingstreifen verschiebbar und dient als Kontaktgeber. Er trägt einen Stift, der mit einem Schalter verbunden ist. Der Schaltweg beträgt 0,5 mm. Der Schalter ist neben der Stempelachse mit einem Winkel auf der Grundplatte festgeschraubt und mit einem Impulsgenerator (Multivibrator, Frequenz 400 Hz, Speisung 4,5 V) verbunden. Dieser ist

mit dem Aufnahmegerät gekoppelt. Durch Auf- und Abwärtsbewegung des Stempels wird der Mitnehmerring jeweils bis zur Begrenzung mitgenommen und dadurch der Kontakt des Schalters geschlossen bzw. geöffnet. Die entsprechend modulierte Frequenz des Impulsgenerators wird während der Zeit des Kontaktschlusses auf einem Tonband gespeichert.

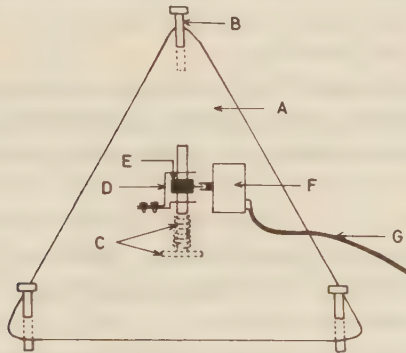


Abb. 4

(Maßstab ca. 1 : 1)

A = Grundplatte

B = Distanzschraube

C = Stempel mit Feder

D = Stempellager

E = Mitnehmerring mit Stift

F = Schalter

G = Ableitkabel

b) Registrierung und Auswertung

Als Aufnahmegerät wurde ein UHER-Report 4200 verwendet. Die Aufnahmegeschwindigkeit betrug bei allen Registrierungen 2,4 cm/sec. Die Verhaltensweisen der Tiere wurden mit dem jeweiligen Stand des Zählwerkes protokolliert. Zur Auswertung wurden die Bänder mit einer Geschwindigkeit von 19 cm/sec abgespielt und die Signale nach Decodierung mit einem Schreiber (Physiopolygraph, Schwarzer) aufgezeichnet. Der Papiervorschub betrug 5 mm/sec.

c) Diskussion der Methode B

Da Aufnahme und Auswertung getrennt erfolgen und mit einem batteriebetriebenen Tonbandgerät gearbeitet wird, sind Registrierungen praktisch in jedem Stall möglich. Je nach dem wie stark die Hungergrube des Tieres gewölbt ist, kann durch Verstellen der Distanzschrauben die Höhe des Fühlers und damit der Andruck des Stempels verändert werden. Die Auflagekraft beträgt im Mittel 1 kp; dem entspricht bei einer Stempelauflagefläche von $1,8 \text{ cm}^2$ ein Druck von $0,55 \text{ kp/cm}^2$. Die Befestigung des Fühlers durch Festschrauben an den Lederscheiben ist ohne Schwierigkeit durchzuführen.

Technische Schwierigkeiten gab es dadurch, daß die Achse des Stempels mehrmals abbrach oder umknickte, wenn sich die Tiere mit der Schwanzquaste darin verhakten oder sich beim Niederlegen gegenseitig berührten. Auswertbare Registrierungen im Liegen waren kaum zu erhalten. Beim liegenden Tier war die Bauchwand so stark gespannt, daß sich die Bewegungen des darunter liegenden Pansens nicht übertrugen. Der Hub war so gering, daß er selbst bei größeren Andrücken nicht ausreichte, den Stempel zu verschieben. Unter dieser Bedingung wurde entweder gar nichts registriert oder aber der Schalter beim Hinlegen eingeschaltet. Dann gab es einen Dauerton, der erst unterbrochen wurde, wenn das Tier wieder aufstand. Nur bei Vt. 1 (Jersey-Rind) konnten auch im Liegen Kontraktionen

registriert werden, die in ihrer Dauer und Folge durch eine Kontrolluntersuchung mit Methode A bestätigt werden konnten. Da auch Körperbewegungen und zeitweise auch die Atmung mit eingingen, war die Auswertung nicht immer eindeutig. Deswegen wurden für jedes Tier Vergleichsregistrierungen mit Methode A durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß die mit Methode B übertragenen Kontraktionen stets von kürzerer Dauer waren. Das konnte daran gelegen haben, daß bei der kleinen Kontaktfläche zwischen Fühler und Körperwand nur ein Teil der ablaufenden Bewegung abgenommen und übertragen wurde.

Mit Methode B konnte praktisch nur am stehenden Tier gearbeitet werden. Dabei war die Pansenfrequenz einigermaßen genau zu registrieren, nicht aber die Dauer der einzelnen Kontraktionen.

d) Versuchstiere und Fütterung

Die Untersuchungen wurden im Rinderstall des Institutes für Tierzüchtung und Haustiergenetik der Fakultät für Landbau der Technischen Universität Berlin durchgeführt. In dem Vorzugsmilch-Rinderstall waren 25 Kühe und ein Bulle in Mittellangständen aufgestellt. Die Tiere wurden um 7 und um 14 Uhr gefüttert und gemolken und hielten sich während des Vormittags in einem Freigehege auf. Die Registrierungen wurden dementsprechend am Nachmittag zwischen 14 und 18 Uhr im Stall vorgenommen. Die Gesamtleistung der Tiere wurde im 28-Tage-Intervall, das Gewicht einmal im Monat bestimmt. Die Rationen waren dem Gewicht und der Leistung entsprechend berechnet. Untersucht wurden 5 Kühe, die sich als ausgesprochene Umsatztypen durch eine hohe Milch- oder Fettleistung auszeichneten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über Rasse, Alter, Gewicht, Fütterung und Leistung. In der Spalte "Leistung" sind jeweils für den Untersuchungsmonat aufgeführt

a) die Gesamtleistung in kg und

b) die mittlere Tagesleistung in kg und der prozentuale Fettgehalt.

Tabelle 1

Vt.	Rasse	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Leistung	Fütterung
1	Jersey-Rind	4	440	a) 179,3 kg b) 6,4 kg mit 7,3%	6 kg Kraftfutter
2	Angler-Rind	5	505	a) 353,0 kg b) 12,6 kg mit 5,5% 1/2 kg Soja-u.Erdnußschrot	8,5 kg Kraftfutter 5 kg Rauhfutter
3	schwarzbuntes Niederungsring	6	580	a) 657,c kg b) 23,5 kg mit 4,3%	13,5 kg Kraftfutter 1,5 kg Soja-u.Erdnußschrot 6 kg Rauhfutter
4	schwarzbuntes Niederungsring	6	570	a) 605,6 kg b) 21,6 kg mit 4,5%	11 kg Kraftfutter 1 kg Soja-u.Erdnußschrot 7 kg Rauhfutter
5	schwarzbuntes Niederungsring	4	590	a) 769,3 kg b) 27,5 kg mit 4,0%	14 kg Kraftfutter 1,5 kg Soja-u.Erdnußschrot 7 kg Rauhfutter

e) Verlauf der Untersuchungen

Vt. 1

3 Registrierungen über je 3 1/2 Stunden

1 Kontrollregistrierung über 3 Stunden

Vt. 2

3 Registrierungen über je 3 1/2 Stunden

3 Kontrollregistrierungen über je 3 Stunden

Vt. 3

2 Registrierungen über je 3 1/2 Stunden

3 Kontrollregistrierungen über je 3 Stunden

Vt. 4

3 Registrierungen über je 3 1/2 Stunden

2 Kontrollregistrierungen über je 3 Stunden

Vt. 5

3 Registrierungen über je 3 Stunden

3 Kontrollregistrierungen über je 3 Stunden.

IV. Ergebnisse

1. Kurzzeitregistrierungen (3-3 1/2 Stunden) mit Methode B

Da mit dieser Methode eine Aufzeichnung der Pansenbewegungen nur beim stehenden Tier möglich gewesen ist, sind alle für die Position "liegend" registrierten Daten in der folgenden Tabelle nicht mit aufgeführt. Tabelle 2 enthält die für jedes Tier errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen der Pansenfrequenz bei Futteraufnahme (SF), Kauruhe (SK) und Wiederkauen (SW). Es sind Mittelwerte aus Stichproben unterschiedlichen Umfanges. Für Vt. 4 liegen nur Werte für die Zustände SF und SK, für die Vt. 1 und 3 nur für den Zustand SF vor.

Tabelle 2

Vt.	Versuche	SF	SK	SW
1	3	12,2 [±] 1		
2	3	12,3 [±] 1,2	11,0 [±] 1	10,2 [±] 4
3	2	13,0 [±] 1,6		
4	3	12,3 [±] 1,5	11,3 [±] 1,5	
5	3	14,8 [±] 1	13,7 [±] 1,2	12,0 [±] 0

SF = stehend, fressend

SK = stehend, Kauruhe

SW = stehend, wiederkauend

Um allgemein festzustellen, ob der Funktionszustand die Höhe der Pansenfrequenz bestimmt, sind die Einzelwerte aller 5 Tiere für Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen zusammengezählt, der jeweilige Mittelwert und die Standardabweichung errechnet und die Unterschiede zwischen den drei Zuständen geprüft worden. Dabei hat sich ergeben: SF > SK > SW. Die Unterschiede sind nur gering (ca. 1 Pansenzyklus pro 5 Minuten) aber statistisch signifikant ($P < 0,001$). Die Resultate sind in Abb. 5 veranschaulicht.

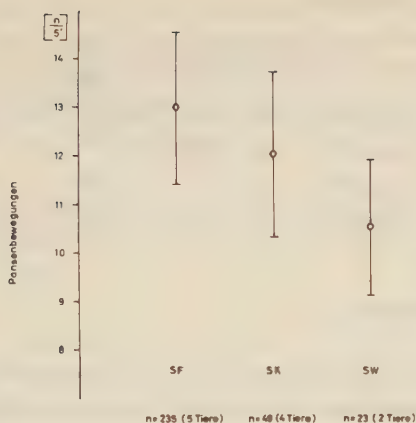


Abb. 5

Pansenfrequenzen der Versuchstiere 1, 2, 3, 4, 5
Alle für die Funktionszustände Futteraufnahme (SF),
Kauruhe (SK) und Wiederkauen (SW) errechneten Einzel-
werte (n) der stehenden Tiere sind jeweils zusammen-
gezählt, gemittelt und mit der Standardabweichung
aufgetragen worden. In Klammern ist angegeben, von
wievielen Tieren die Einzelwerte stammen. Jeder Einzel-
wert bedeutet die Zahl der Pansenbewegungen in 5 Minuten.

2. Kurzzeitregistrierungen (3 - 3 1/2 Stunden) mit Methode A
Tabelle 3 enthält die mit Methode A für die Versuchstiere
1 bis 5 ermittelten Pansenfrequenzen. Es sind die Mittel-
werte und Standardabweichungen aufgenommen worden und zwar
für jedes Tier unterschieden nach Funktionszustand und
Stellung. Die Mittelwerte sind aus einer unterschiedlichen
Anzahl von Beobachtungen hervorgegangen, und nicht für jedes
Tier liegen Werte für jeden Zustand und jede Stellung vor.

Tabelle 3

Vt.	Versuche	SF	SK	SW	LK	LW
1	1	12,5 $\pm$ 1,2			8,8 $\pm$ 1,1	8,5 $\pm$ 0,7
2	3	12,5 $\pm$ 1	10,8 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 1	10,3 $\pm$ 0,6	
3	3	13,0 $\pm$ 0,9	11,8 $\pm$ 1,1	11,5 $\pm$ 0,6		
4	2	12,3 $\pm$ 0,7	12,1 $\pm$ 1		10,4 $\pm$ 1	9,6 $\pm$ 0,5
5	3	13,7 $\pm$ 0,8	11,8 $\pm$ 0,8	11,3 $\pm$ 0,6	11,3 $\pm$ 1,3	10,5 $\pm$ 0,9

LK = liegend, Kauruhe

LW = liegend, wiederkauend

Es ist anzunehmen, daß die in Tabelle 2 und 3 aufgeführten Frequenzen bei Futteraufnahme für diesen Zustand wirklich typisch sind. Die Tiere haben während des Untersuchungszeitraumes überwiegend und andauernd gefressen. Die Ruhe- und Wiederkauperioden sind demgegenüber häufig kurz und unzusammenhängend gewesen, so daß fraglich ist, ob die kennzeichnenden Frequenzen eingestellt worden sind. Eine Aussage über den möglichen Einfluß der Position auf die Pansenfrequenz läßt sich aus diesen kurzen Beobachtungen nicht mit Sicherheit machen.

Abb. 6 enthält die Mittel aus den Einzelwerten (n) aller Tiere für jeden Zustand und jede Stellung mit den Standardabweichungen. Bei der Position "stehend" sind die Pansenfrequenzen bei Kauruhe und Wiederkauen signifikant von denen bei Futteraufnahme verschieden gewesen ($P < 0,001$). Die Pansenfrequenzen bei Wiederkauen sind im Mittel zwar etwas niedriger als bei Kauruhe, doch ist der Unterschied in diesem Fall statistisch nicht zu sichern gewesen ($P > 0,05$).

Was die Pansenbewegungen bei gleichen Funktionszuständen aber verschiedenen Körperstellungen anbetrifft, so ist in dieser Versuchsreihe wohl eine gesicherte Differenz zwischen Kauruhe - liegend und Kauruhe - stehend beobachtet worden ($P < 0,001$), die aber nicht bedeuten muß, daß die Position der bedingende Faktor gewesen ist. Vielmehr ist damit zu rechnen, daß jeweils

vorausgegangene Zustände einen nachwirkenden Einfluß gehabt haben. Der Unterschied zwischen den wiederkauenden Tieren (stehend - liegend) ist wahrscheinlich auf die gleichen Ursachen zurückzuführen und in den Langzeituntersuchungen nicht wieder aufgetreten.

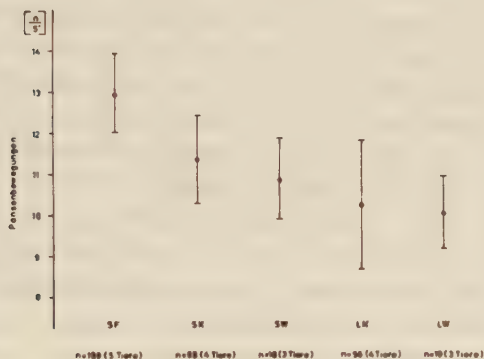


Abb. 6

Pansenfrequenzen der Versuchstiere 1, 2, 3, 4, 5
Alle für einen Zustand angefallenen Einzelwerte (n) sind, unter Berücksichtigung der Positionen stehend - liegend, zusammengezählt, gemittelt und mit der Standardabweichung aufgetragen worden. In Klammern ist aufgeführt, von wievielen Tieren jeweils die Einzelwerte stammen.

Die Änderung der Pansenbewegungen ist im Verlauf aller Untersuchungen und bei allen 5 Tieren ähnlich gewesen. Das hängt sicherlich mit den Haltungsbedingungen zusammen. Sie bekamen zunächst ihre Kraftfutterration, anschließend Heu und fraßen etwa 1 - 1 1/2 Stunden. Dann legten sie sich nieder und

begannen nach einer Eintrittszeit von 5 - 45 Minuten mit dem Wiederkauen. Vt. 2 (Angler-Rind) hatte während der Kontrollregistrierungen nie gelegen, ebenso das Vt. 3 (schwarzbuntes Niederungsrind), das einen Klauenverband trug. Auf Wiederkauperioden folgten dann Phasen der Kauruhe, die häufig von erneuter Futteraufnahme unterbrochen wurden und dann wieder Wiederkauperioden. Diese sind bei Vt. 1 15, bei den Vt. 2 und 3 10-20, bei Vt. 4 10-35 und bei Vt. 5 15-30 Minuten lang gewesen. Dieser täglich wiederkehrende durch bestimmte äußere Ereignisse bedingte Wechsel von Aktivität und Ruhe beeinflusste den Gang der Pansenfrequenz. Für jedes Tier ergab sich auch bei Registrierungen an verschiedenen Tagen ein relativ gleichförmiger Frequenzgang. Als Beispiel sei hier eine Registrierung von Vt. 1 (Jersey-Rind) aufgeführt. Abb. 7 zeigt den Verlauf der Pansenbewegungen in den aufeinanderfolgenden Zuständen Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen. Dieser Kurvenverlauf - maximale Werte bei der Futteraufnahme und fallende Tendenz bei anschließenden Ruhe- und Wiederkauperioden - war auch für die anderen Tiere typisch.

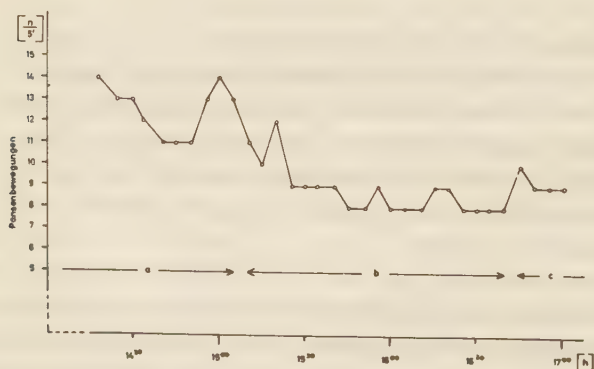


Abb. 7

Pansenbewegungen bei Vt. 1 (Jersey-Rind) in den aufeinanderfolgenden Zuständen Futteraufnahme (a), Kauruhe (b) und Wiederkauen (c).

3. Langzeitregistrierungen (12 - 24 Stunden, Methode A)

a) Veränderungen der Pansenfrequenz

Die Langzeitregistrierungen haben gezeigt, daß die Pansenfrequenz im Verlauf von 24 Stunden systematische Veränderungen aufweist. Abb. 8 gibt ein Beispiel für Vt. E. Auf der Abszisse ist die Zeit in Stunden aufgetragen, auf der Ordinate die Pansenfrequenz und zwar die aus den 5-Minutenwerten errechneten Stundenmittel mit der zugehörigen Standardabweichung. Der bimodale Kurvenverlauf mit den beiden Maxima zu Zeiten der Fütterung und der fallenden Tendenz während der Nachtstunden ist für alle 24-Stundenversuche und für beide Tiere typisch gewesen. Das zeigt auch die Abb. 9, in der die Werte der drei 24-Stundenversuche von Vt. E aufgetragen sind. Es ergibt sich für ein und dasselbe Tier - auch bei Registrierungen an verschiedenen Tagen - ein bestimmter immer wiederkehrender Frequenzgang.

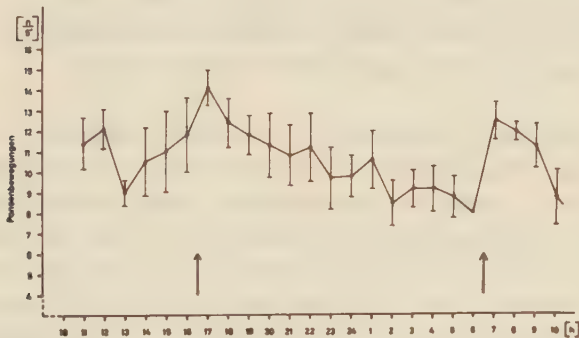


Abb. 8

Beobachtung der Pansenbewegungen an Vt. E (schwarzbuntes Niederungsgrind) über 24 Stunden. Die Frequenz/5 Minuten wurde fortlaufend bestimmt, jeweils über 1 Stunde gemittelt und mit der Standardabweichung ($n=12$) über der Tageszeit abgetragen. Die Fütterungszeiten sind durch Pfeile markiert.

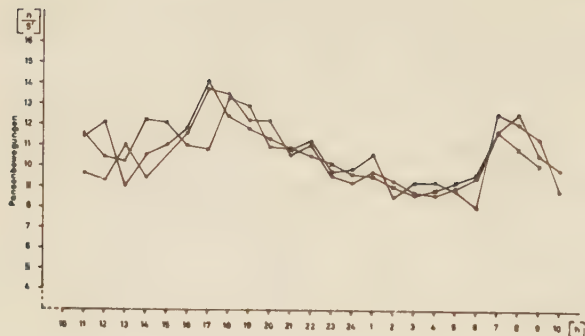


Abb. 9

3 Registrierungen der Pansenmotilität über 24 Stunden
an Vt. E (schwarzbuntes Niederungsrind): 27. - 28.4.1968
○—○, 30. - 31.3.1968 ●—●, 11. - 12.4.1968 x—x.

Die Frequenz/5 Minuten wurde fortlaufend bestimmt und
als Stundenmittel über der Tageszeit abgetragen.

b) Pansenfrequenz bei verschiedenen Funktionszuständen
Das Verhalten der Tiere während der 24 Stunden ist gekennzeichnet durch die drei immer wiederkehrenden Funktionszustände Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen. Vt. E hat im Mittel 6 1/2 Stunden, Vt. A 5 1/2 Stunden während der 24 Stunden gefressen. Die Fressperioden sind bei beiden Tieren den Fütterungszeiten entsprechend am frühen Morgen und am Nachmittag am längsten gewesen. Die Gesamtwiederkauzeit - Summe aller Wiederkauperioden in 24 Stunden - betrug bei Vt. A 6 1/3 Stunden und für Vt. E 7 1/2 Stunden.
Jeder Funktionszustand ist durch eine bestimmte Bewegungsfrequenz des Pansens gekennzeichnet. Die Werte bei der Futteraufnahme und beim Wiederkauen begrenzen den für das Tier charakteristischen Frequenzbereich; die Werte für Kauruhe,

also für den Zustand, in dem weder Futter aufgenommen noch wiedergekaut wird, liegen dazwischen. Da er Perioden der Futteraufnahme und der Rumination verbindet, werden die hier registrierten Frequenzen durch die Bewegungsfolgen der vorausgehenden und der folgenden Zustände beeinflusst und zeigen dementsprechend die stärksten Schwankungen.

Abb. 10 kennzeichnet die Höhe der drei Niveaus bei Vt. E. Die an 3 verschiedenen Tagen zur jeweils gleichen Stunde erhaltenen Werte für Futteraufnahme (●), Kauruhe (x) und für Wiederkauen (o) sind gemittelt und über der Tageszeit aufgetragen worden. Die Position des Tieres ist in diesem Diagramm nicht berücksichtigt worden.

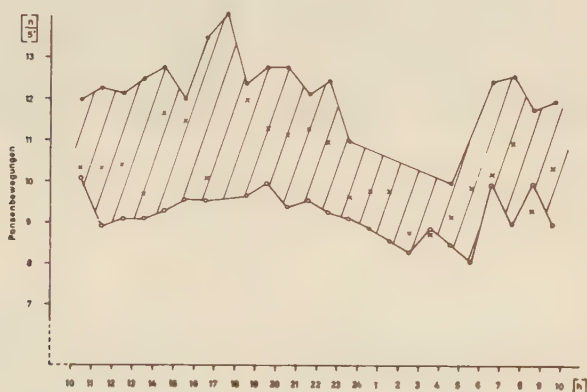


Abb. 10

Pansenfrequenz über 24 Stunden bei Versuchstier E (schwarzbuntes Niederungsrind) bezogen auf die drei Zustände Futteraufnahme (●), Kauruhe (x) und Wiederkauen (o). Jede Eintragung bedeutet ihren Mittelwert aus gleichen Stunden an drei verschiedenen Tagen.

Die systematischen Veränderungen der Bewegungsfrequenzen scheinen in erster Linie durch die Fütterungszeiten bedingt zu sein. Maximale Werte sind jeweils zu Beginn der Futteraufnahme registriert worden. Sie erreichen bei der Nachmittagsfütterung höhere Werte als am Morgen. Die Pansenfrequenz steigt immer schon etwa 15 - 20 Minuten vor der eigentlichen Fütterung an. Die Tiere sind in Erwartung des Futters sehr unruhig und beginnen außerordentlich schnell und gierig zu fressen. In den Nachtstunden wird demgegenüber nur gelegentlich und in kurzen Zeiten Futter aufgenommen. Dadurch wird der Frequenzgang nicht wesentlich beeinflusst. Auch der Kurvenverlauf beim Wiederkauen läßt sich weitgehend durch das Verhalten des Tieres erklären. In Kauperioden, die sich am Tag direkt an solche der Futteraufnahme anschließen, ändert sich die Pansenfrequenz erst nach 10 - 15 Minuten. In solchen, die nur 10 - 15 Minuten dauern, ist keine Frequenzabnahme deutlich. Eine Verlangsamung der Bewegungsfrequenz ist dagegen mit Beginn der Ruminationsperioden zu beobachten, die nach 22 Uhr auftreten.

Das Wiederkauen im Liegen stellt die ruhigste Verhaltensweise des Tieres dar. In Abb. 11 sind die Pansenfrequenzen aufgetragen, die in diesen Perioden ermittelt worden sind. Wie schon in Abb. 10 deutlich, sind in den Kauperioden, die auf die ausgedehnten Fressperioden des Nachmittags und des Morgens folgen, die Bewegungsfrequenzen höher als in denen, die in den Nachtstunden im Anschluß an Ruheperioden auftreten.

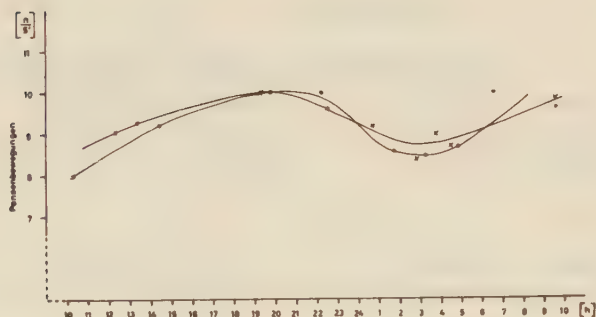


Abb. 11

Verlauf der Pansenbewegungen beim liegenden, wiederkauenden Versuchstier E (schwarzbuntes Niederungsgrind). Mittelwerte aus zwei Registrierungen über 24 Stunden: 30.-31.3.1968 ●—●, 11.-12.4.1968 x—x

c) Individualtypische Frequenzen

Tabelle 4 enthält die für Vt. E aus drei Versuchen und für Vt. A aus einem Versuch über 24 Stunden bestimmten Mittelwerte und Standardabweichungen für die drei Funktionszustände Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen. Sie zeigt, daß die Höhe der drei Frequenzniveaus individuell verschieden, ihr Verhältnis zueinander bei beiden Tieren aber gleich ist, und daß die auf einen Zustand bezogene Frequenz auch an verschiedenen Tagen sehr genau wiederkehrt.

Tabelle 4

<u>Vt. E</u>	<u>Futteraufnahme</u>	<u>Kauruhe</u>	<u>Wiederkauen</u>
30.-31.3.1968	12,7 [±] _{1,1}	10,1 [±] _{1,1}	9,0 [±] _{0,9}
11.-12.4.1968	12,9 [±] ₁	10,5 [±] _{1,2}	9,3 [±] _{0,8}
27.-28.4.1968	12,6 [±] _{1,1}	10,7 [±] _{1,3}	9,1 [±] _{0,9}
<u>Vt. A</u>			
16.-17.3.1968	14,4 [±] _{1,7}	11,5 [±] _{1,4}	10,9 [±] ₁

In Abb. 12 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der beiden Tiere einander gegenübergestellt. Zwischen beiden Tieren hat ein signifikanter Unterschied in der Pansenfrequenz bei allen drei Funktionszuständen bestanden. Weiterhin ist die Pansenfrequenz zwischen den Funktionszuständen bei ein und demselben Tier signifikant verschieden gewesen. Die Körperstellung ist anscheinend ohne Einfluß.

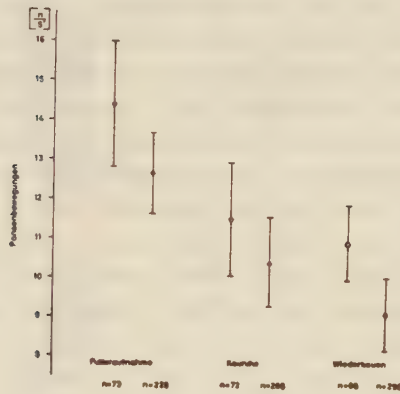


Abb. 12

Pansenfrequenz für die Zustände Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen bei den Versuchstieren A und E. Es sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen aufgetragen. die Angaben für Vt. A (○) sind Mittelwerte aus einem Versuch über 24 Stunden, die für Vt. E (●) sind Mittelwerte aus drei Registrierungen über 24 Stunden.

n = Anzahl der Einzelwerte (Pansenbewegungen/5 Minuten).

3. Kurvenanalyse

a) Art und Dauer der Kontraktionen

Die folgenden Ausschnitte aus Originalregistrierungen zeigen weitgehend ähnliche Bewegungsmuster. In einer je nach Funktionszustand unterschiedlichen Frequenz erscheinen Gruppen zu zwei Kontraktionen oder Einzelkontraktionen. Die erste Kontraktion einer Gruppe ist in jedem Fall vorhanden, während die zweite fehlen kann. Treten beide auf, so dauert die erste immer länger als die zweite. Diese Bewegungen werden im folgenden als Primär- und Sekundärkontraktionen bezeichnet. Ein Pansenzyklus ist die Zeitspanne vom Einsetzen einer Primärkontraktion bis zum Beginn der nächsten. Eine deutliche Unterscheidung von Primär- und Sekundärkontraktionen ist beim ruhenden und beim wiederkauenden Tier immer möglich gewesen, nicht jedoch beim fressenden Tier. Es hat sich gezeigt, daß die Dauer der einzelnen Kontraktionen vom Funktionszustand weitgehend unabhängig ist. Die Primärkontraktionen haben bei allen Tieren bei der Futteraufnahme im Mittel 12,5 sec (11-14 sec), bei der Kauruhe 13,0 sec (12-14 sec) und beim Wiederkauen 13,6 sec (12-15 sec) gedauert. Die Länge der Sekundärkontraktionen hat bei der Futteraufnahme im Mittel 8,3 sec (7-10 sec), bei der Kauruhe 8,8 sec (7-10 sec) und beim Wiederkauen 8,4 sec (7-10 sec) betragen.

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen die Verhältnisse bei der Futteraufnahme. Abb. 13 stammt von Vt. 2 aus einem 3-Stundenversuch, Abb. 14 von Vt. E aus einem 24-Stundenversuch. Beide Tiere haben Heu gefressen. Bei Vt. 2 ist die Folge Primärkontraktion - Sekundärkontraktion klar zu erkennen. Vt. E hat während der Registrierung Wasser aufgenommen. Die Dauer des Saufens ist durch Pfeile markiert. Die dabei deutliche Veränderung der Pansenmotilität ist auch bei den übrigen Tieren beobachtet worden.

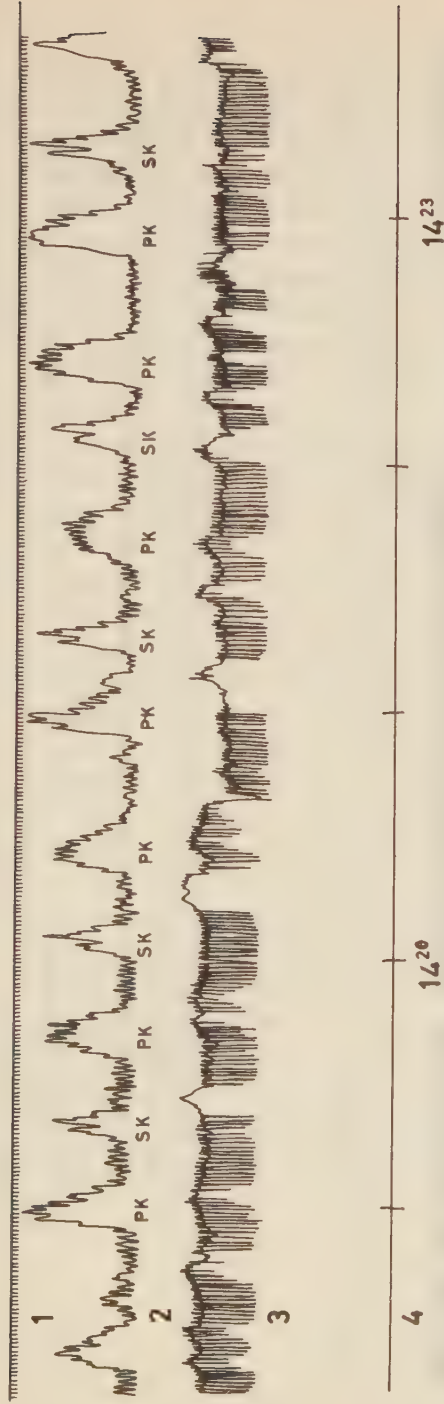


Abb. 13 Registrierbeispiel von Vt.2 (Angler Rind, 27.8.1968) bei der Futteraufnahme
 1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen, 4) Tageszeit
 Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes
 Sk Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

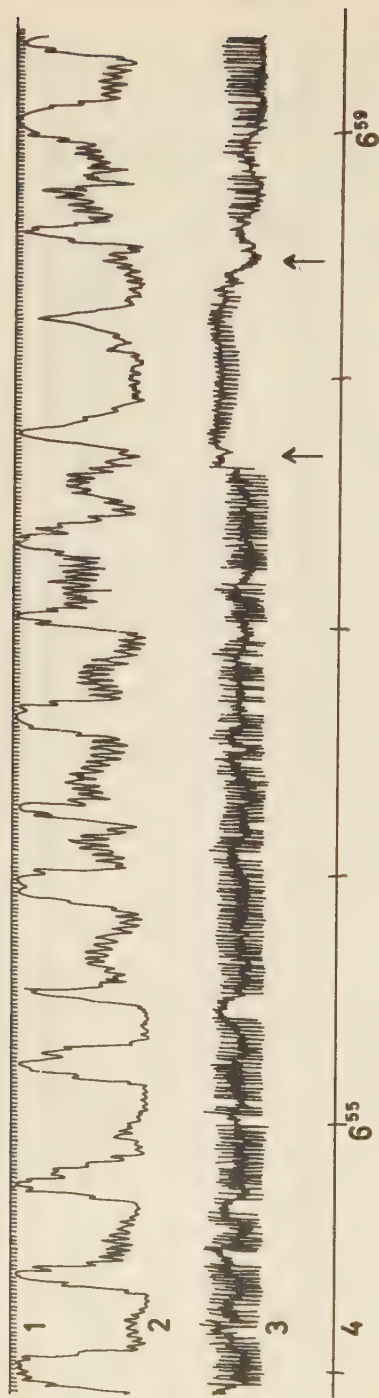


Abb. 14 Registrierbeispiel von Vt.E (schwarzbuntes Niederungsrand, 12.4.1968) bei der Futteraufnahme

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kiefernbebewegungen, 4) Tageszeit

↑ Wasseraufnahme

b) Sekundärkontraktionen und Ruktus

Das zeitliche Zusammentreffen des Ruktus mit dem Ablauf der Sekundärkontraktion trat in Ruhe- und in Wiederkauperioden stets deutlich in Erscheinung. Es konnte dabei sowohl die an der unteren Halsseite oralwärts laufende Bewegung beobachtet wie auch das Geräusch der Gasentleerung gehört werden. Bei der Futteraufnahme wurde es durch die Kaugeräusche überlagert. Die Häufigkeit der Sekundärkontraktionen war nicht vom Funktionszustand abhängig. Zum anderen traten sie in variabler zeitlicher Zuordnung zu den Primärkontraktionen auf. Bei allen Tieren gab es Perioden, in denen die Sekundärkontraktion der Primärkontraktion nicht nur regelmäßig sondern auch gleichmäßig folgte. Dies war u.a. bei der Futteraufnahme der Fall. In länger dauernden Ruhe- und Wiederkauperioden (15 min) war dagegen häufig eine bestimmte Sequenz des Auftretens zu erkennen, die sich immer wiederholte. Diese Sequenz konnte z.B. vier Pansenzyklen umfassen: im ersten folgte die Sekundärkontraktion nach 6 sec, im zweiten nach 11 sec, im dritten nach 15 sec auf die Primärkontraktion und im vierten Zyklus fehlte sie. In anderen Fällen bestand die Sequenz nur aus 2 oder 3 Pansenzyklen. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen, daß die Sekundärkontraktionen nicht nur unterschiedlich häufig sondern auch in unterschiedlichem Abstand auf die Primärkontraktionen folgen. In Abb. 15, Ausschnitt aus einer Ruheperiode von Vt. E, beträgt das Verhältnis von Primär- zu Sekundärkontraktionen 6 : 3 in 5 Minuten. Im ersten und im vierten Pansenzyklus fehlt die Sekundärkontraktion, im zweiten und dritten tritt sie gleichmäßig 9 sec nach der Primärkontraktion auf.

In Abb. 16, Beispiel für Vt. 1, beträgt das Verhältnis 5 : 4 in 5 Minuten. In dieser Periode wiederholt sich eine Sequenz mit drei Zyklen regelmäßig: im ersten Pansenzyklus folgt die Sekundärkontraktion nach 7 sec auf die Primärkontraktion, im zweiten nach 13 sec und im dritten ist sie nicht vorhanden.

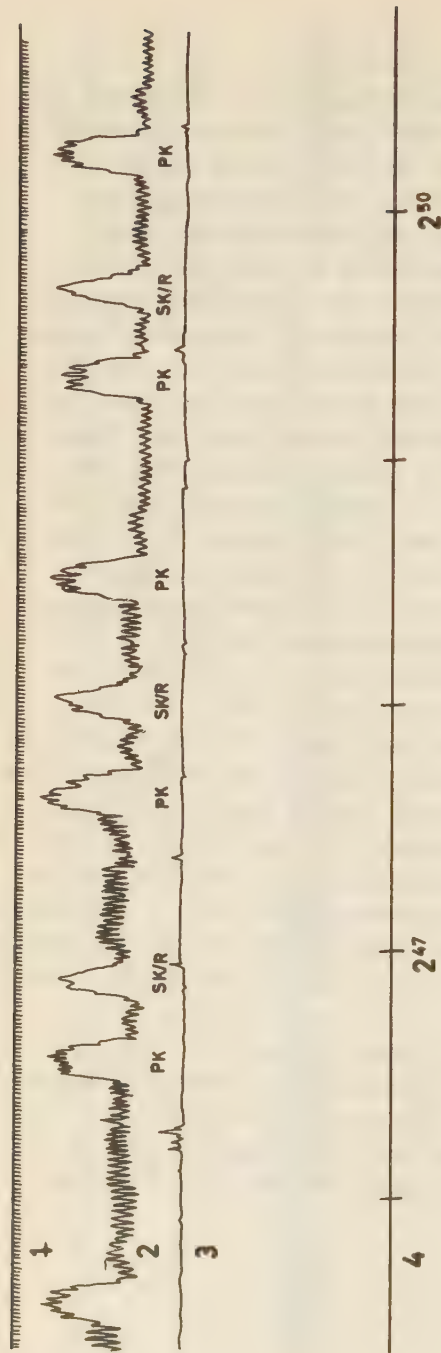


Abb. 15

Registrierbeispiel von Vt.E (schwarzbuntes Niederungsgrind, 28.3.1968, liegend)

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen, 4) Tageszeit

Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Sk/R mit Ruktus einhergehende Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Atemfrequenz 40/min

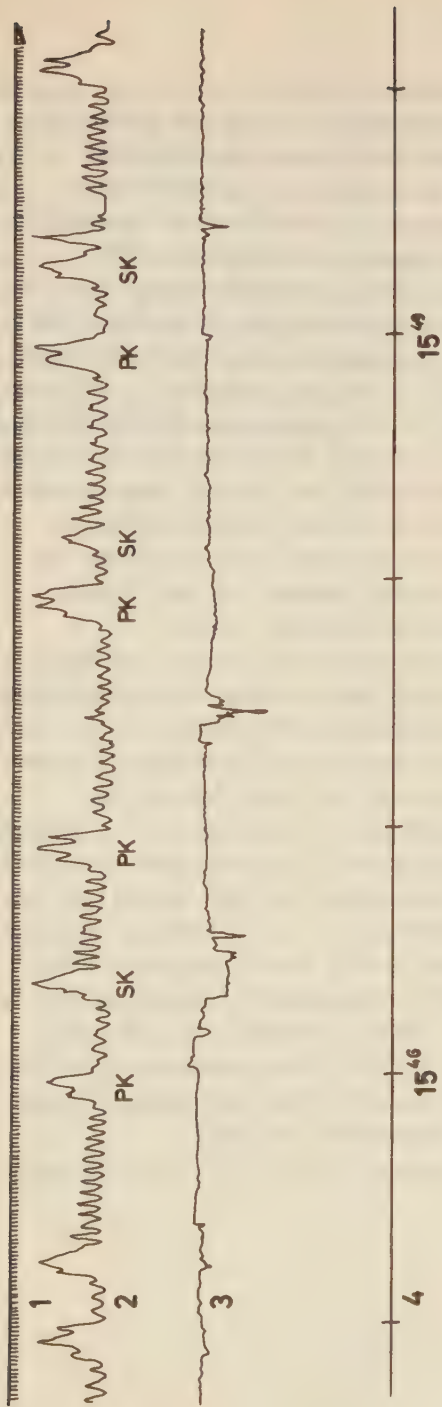


Abb. 16

Registrierbeispiel von Vt.1 (Jersey Rind, 22.8.1868, liegend)

- 1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieflerbewegungen, 4) Tageszeit

Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Sk Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Atemfrequenz 24/min

c) Pansenbewegungen in Wiederkauperioden

Die Wiederkauperioden der Tiere haben sich durch einen bestimmten immer wiederkehrenden zeitlichen Zusammenhang zwischen der Rejektion, dem Einsetzen der Kaubewegungen und dem Beginn der Primärkontraktion des Pansens ausgezeichnet. Die Rejektion hat sich als eine - allerdings nicht immer deutlich registrierte - kurze Atmungsbewegung markiert, die genau 1 sec vor dem ersten Kieferschlag jedes Wiederkauzyklus aufgetreten ist. Die Zeitspanne zwischen Rejektion und erster Pansenkontraktion hat bei allen Tieren 4 - 7 sec betragen, die Pause zwischen 2 Remastikationsperioden 5 - 7 sec. Bei ein und demselben Tier sind auch in verschiedenen Wiederkauperioden die gleichen Zeiten auf die Sekunde genau wiederkehrt. Zum Beispiel hat bei Vt. 1 die Primärkontraktion immer 5 sec nach der Rejektion begonnen. Auf die Dauer der Remastikation ist es ohne Einfluß gewesen, ob der Primäreine Sekundärkontraktion gefolgt ist oder nicht.

Die Abbildungen 17 - 20 sind Registrierbeispiele aus Wiederkauperioden. In Abb. 17 ist der Beginn einer Wiederkauperiode bei Vt. A zu sehen. Die vorausgehende Ruheperiode endet durch momentan einsetzende und ganz regelmäßig ablaufende Kaubewegungen. Die einleitende Rejektion ist, wie auch in den folgenden drei Zyklen nicht deutlich registriert. Die Bewegungsfolge des Pansens ändert sich nicht. In dieser Wiederkauperiode wie in der vorausgehenden Ruheperiode hat das Verhältnis von Primär- zu Sekundärkontraktionen 7 : 6 in 5 Minuten betragen. Abb. 18 zeigt die Fortsetzung dieser Wiederkauperiode bei Vt. A. Die mit der Rejektion einhergehende Atemschwankung ist abwärts gerichtet und durch Pfeile markiert. Die Sekundärkontraktionen folgen direkt auf die Primärkontraktionen. Es ist deutlich zu sehen, daß die Remastikation vom vierten Wiederkauzyklus ab länger dauert als vorher (53 sec).

Abb. 19 ist ein Registrierbeispiel von Vt. E. Die Zeitspanne

zwischen Rejektion und Beginn der Primärkontraktion beträgt 6 sec. Die erste, mit Ruktus einhergehende Sekundärkontraktion folgt der Primärkontraktion nach 4 sec, die zweite nach 10 sec, die dritte fällt aus. Diese Sequenz wiederholt sich.

In Abb. 20 ist eine ähnliche Bewegungsfolge zu sehen.

Es ist für diese Periode typisch, daß in drei aufeinanderfolgenden Wiederkauzyklen die Sekundärkontraktionen in den ersten beiden in größer werdendem Abstand auf die Primärkontraktion folgen, um im dritten zu fehlen. Diese Sequenz wiederholt sich regelmäßig.

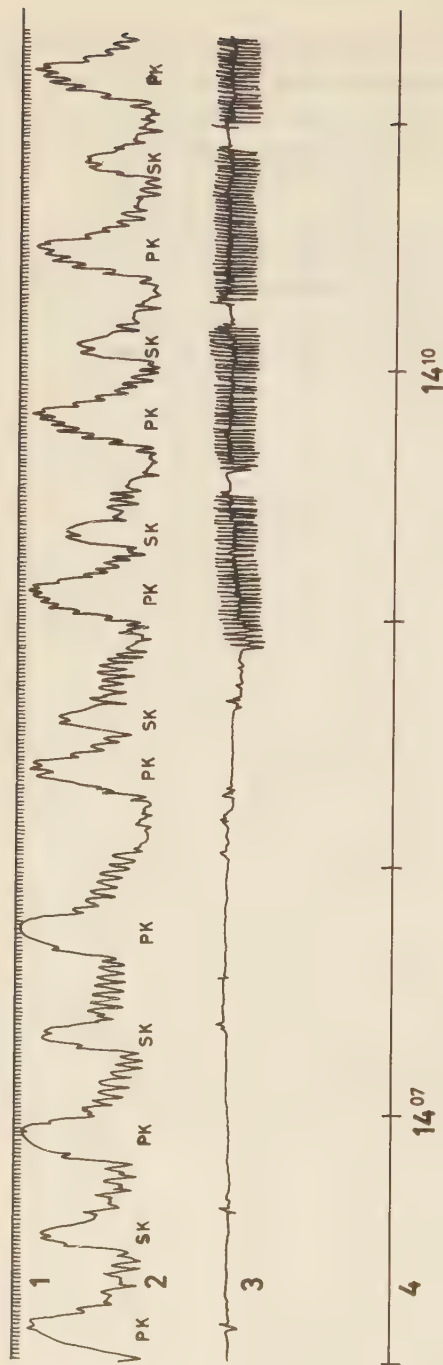


Abb. 17

Registrierbeispiel von Vt.A (schwarzbuntes Niederungsrind, 16.3.1968)

Es zeigt den Beginn einer Wiederkauperiode beim liegenden Tier.

1.) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen, 4) Tageszeit

Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Sk Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

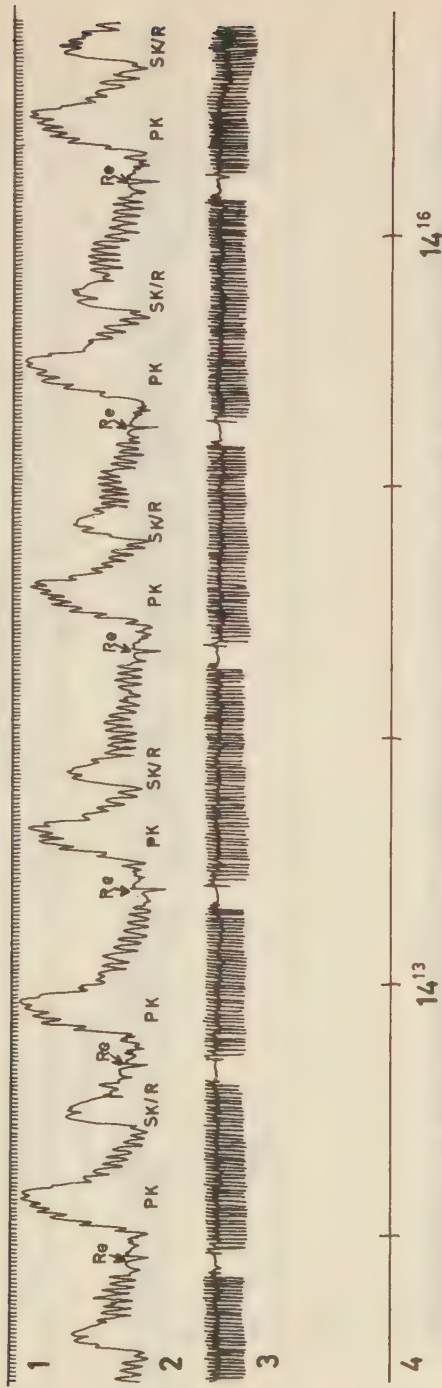


Abb. 18 Registrierbeispiel von Vt.A (schwarzbuntes Niederungsgrind, 16.3.1968, liegend, wiederkauend)

- 1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kiefernbeugungen, 4) Tageszeit
- Re Rejektion
- Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes
- Sk Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes
- Atemfrequenz 36/min

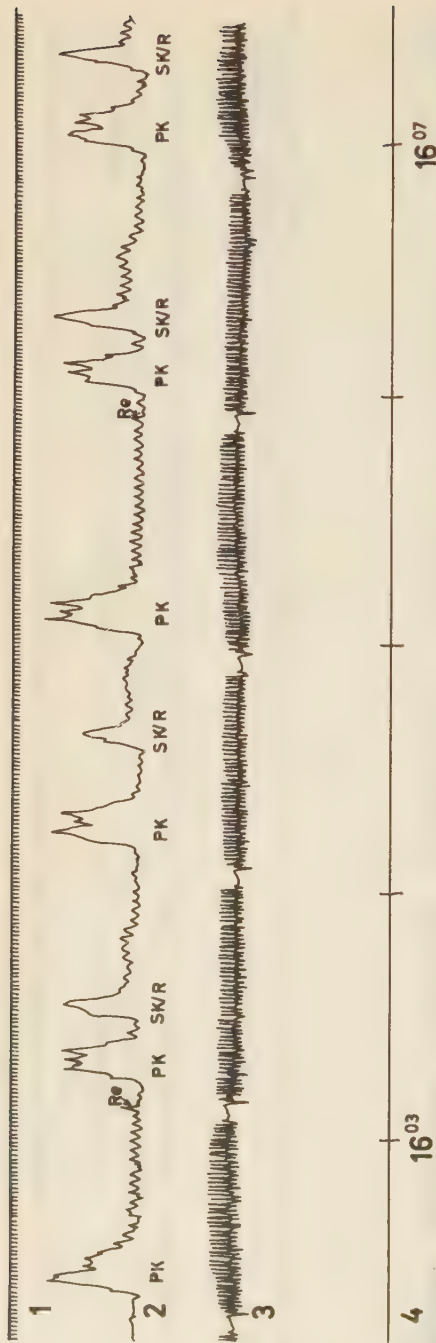


Abb. 19 Registrierbeispiel von Vt.E (schwarzbuntes Niederungsind, 11.3.1968, stehend, wiederkauend)

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kiefernbeugungen, 4) Tageszeit

Re Rejektion

Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Sk/R mit Ruktus einhergehende Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Atemfrequenz 28/min

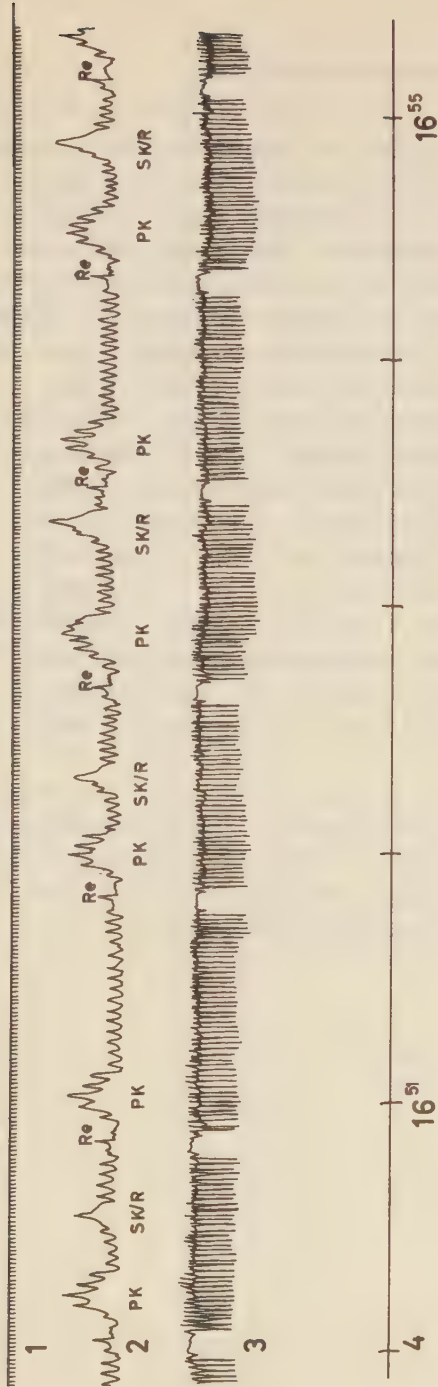


Abb. 20 Registrierbeispiel von Vt.1 (Jersey Rind, 22.8.1968, liegend, wiederkauend)

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen, 4) Tageszeit

Re Rejektion

Pk Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Sk/R mit Ruktus einhergehende Sekundärkontraktion des dorsalen Pansensackes

Atemfrequenz 28/min

d) Pansenfrequenzen in Tiefschlafperioden

Die Vt. A und E zeigten nachts, meist in der Zeit zwischen 23 und 5 Uhr, seltener dagegen am Tage, sehr kurze Phasen, in denen sie den Kopf auf die Flanke legten oder auf die Selbsttränke aufstützten. Sie schienen dabei völlig entspannt zu sein und die Augenlider waren halb geschlossen. Jedesmal änderte sich dann die Atmung in auffälliger Weise. Die Atemzüge wurden tief, die Frequenz verlangsamt und die Intervalle zwischen den Pansenbewegungen größer. In diesen Phasen, in denen eine Unterscheidung von Primär- und Sekundärkontraktionen nicht mehr möglich war, fehlte der Ruktus. Die Perioden endeten abrupt durch heftige Kopfbewegungen und Steigerung der Atem- und Pansenfrequenzen. Bei Vt. A sind im 12-Stundenversuch 9 Perioden mit einer mittleren Dauer von 4,5 Minuten und im 24-Stundenversuch 10 Perioden mit einer mittleren Dauer von 3,4 Minuten registriert worden. Bei Vt. E sind in den drei 24-Stundenversuchen im Mittel 6 dieser Perioden mit einer mittleren Dauer von 3,5 Minuten registriert worden. Die Gesamtdauer der Perioden hat bei beiden Tieren in 24 Stunden nie mehr als 30 Minuten betragen.

Die Abbildungen 21 und 22 zeigen den Verlauf der Atmungs- und Pansenbewegungen in einer dieser "Tiefschlafperioden". Die Atemfrequenz hat bei Vt. A (Abb. 22) hierbei 20/min, in der vorausgehenden Ruheperiode 28/min betragen. Bei Vt. E hat sie sich von 38/min auf 23/min vermindert.

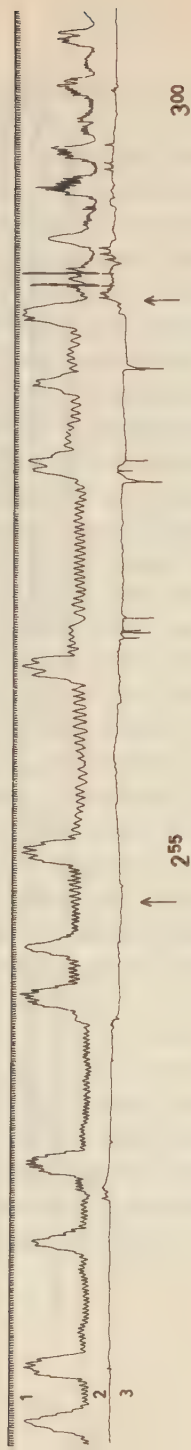


Abb. 21 Registrierbeispiel von Vt. E (Schwarzbuntes Niederungsgrind, 28.4.1968, liegend)

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen

Die Pfeile markieren die Zeit, in der das Tier den Kopf auf die Flanke gelegt hat.

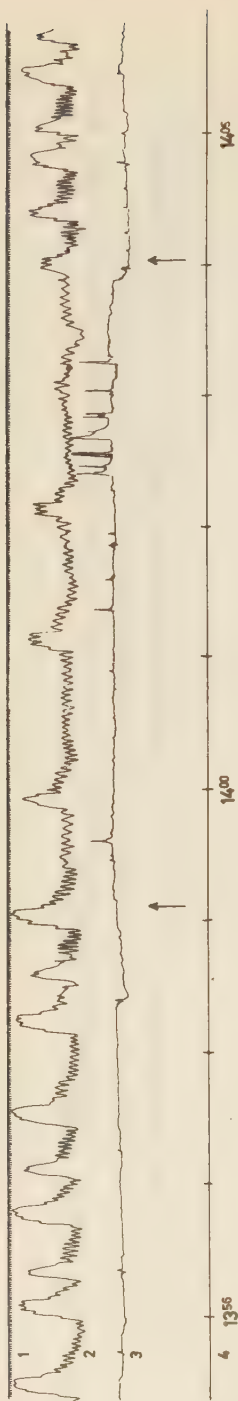


Abb. 22 Registrierbeispiel von Vt. A (Schwarzbuntes Niederungsind, 16.3.1968, liegend)

1) Zeitmarkierung (1 mm/sec), 2) Pansenbewegungen, 3) Kieferbewegungen, 4) Tageszeit

Die Pfeile markieren die Zeit, in der das Tier den Kopf auf die Flanke gelegt hat.

V. Besprechung der Ergebnisse

Der Vormagenmotilität liegt ein Bewegungszyklus zugrunde, der mit dem Ablauf spezifischer Reflexe verbunden ist. Die Kontraktionen von Haube und Pansen dienen dazu, das Futter zu sortieren und zu schichten, Ingesta in den Blättermagen zu transportieren, die sich im dorsalen Pansensack ansammeln, den Gase zu entfernen und die Rejektion von Futterbrei für die Rumination zu ermöglichen. Der Grundzyklus beginnt mit einer zweizeitigen Kontraktion der Haube, der sich wechselseitige Zusammenziehung und Erschlaffung des dorsalen und des ventralen Pansensackes anschließen. Die Bewegung ist dabei zuerst von kranial nach kaudo-ventral und dann von kaudal nach kranio-dorsal gerichtet. Eine Vielzahl von Bewegungsfolgen ist möglich durch Kontraktionen der verschiedenen Pansenpfeiler, der beiden Blindsäcke sowie durch Zweitkontraktionen des dorsalen wie des ventralen Pansensackes unabhängig von Haubenkontraktionen. Atonie der Vormägen, Störungen im Wiederkauverhalten und Ausbleiben des Ruktus sind Symptome einer großen Zahl primärer und sekundärer Vormagenerkrankungen. Um objektiv Änderungen zu beurteilen, die auf eine Erkrankung hinweisen können, ist es notwendig zu wissen, wie sich Intensität und Frequenz der Pansenbewegungen über eine Zeitspanne von 24 Stunden und unter natürlichen Bedingungen verhalten; ob sie einer circadianen Periodik folgen und/oder mit wechselnden Funktionszuständen schwanken und in welchem Umfang individualtypische Unterschiede bestehen.

In den vorliegenden Untersuchungen ist nur ein Teil des Vormagenzyklus erfaßt worden. Sein zeitlicher Ablauf kann aber weitgehend durch Registrierung der Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes gekennzeichnet werden, da diese in jedem Pansenzyklus vorhanden ist und ihr die zweizeitige Haubenkontraktion immer vorausgeht.

Es liegen zahlreiche Angaben über Pansenfrequenzen des Rindes vor. Übereinstimmend wird berichtet, daß Frequenz und Stärke der Kontraktionen im Verlauf des Tages schwanken, daß die Bewegungsfolge bei Futteraufnahme beschleunigt und bei Nahrungsentzug herabgesetzt wird und die täglichen Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerte in erster Linie von der Art des Futters abhängen. Die Zahl der Pansenbewegungen in 5 Minuten soll zwischen 7 und 14 betragen (WESTER, 1926; SCHALK und AMADON, 1928; MANGOLD, 1929). Diese Angaben beziehen sich nur auf stehende Tiere und sind Stichproben, die ein-oder zweimal pro Stunde über 5 - 15 Minuten erhalten worden sind.

Fortlaufende Registrierungen der Pansenmotilität über 6 - 7 Stunden haben REID und CORNWALL (1959) an einem Shorthorn-Rind und fünf Jersey-Rindern mit Fistel und Strain-gauge-catheter-System durchgeführt. Die von ihnen beschriebenen Zusammenhänge zwischen Motilität und Futteraufnahme stimmen mit den vorliegenden Ergebnissen überein. Dieser Funktionszustand ist gekennzeichnet gewesen durch maximale Pansenfrequenzen und eine Zunahme der stets mit Ruktus einhergehenden Sekundärkontraktionen. Die mittlere Frequenz der Primärkontraktionen hat sich hierbei als eine für jedes Tier individualtypische Größe erwiesen, die von denen der anderen Tiere signifikant verschieden gewesen ist. Die Rinder haben schon beim Anblick des Futters eine Frequenzsteigerung und Zunahme der Salivation gezeigt. Die Autoren berichten, daß die Ruheperioden nicht immer exakt abzugrenzen seien und die Frequenzen stark schwankten, da sie durch unmittelbar vorausgehende und folgende Aktivitätsperioden beeinflußt wurden.

Bei der Futteraufnahme wird die Steigerung der Pansenfrequenz vor allem durch eine Erhöhung des Füllungszustandes bedingt. Die Frequenzsteigerung schon vor der eigentlichen Futterauf-

nahme und die maximalen Werte am Anfang der Freßperioden weisen darauf hin, daß hierbei vielleicht auch psychische Faktoren eine Rolle spielen und es zudem durch Reizung von Mechanorezeptoren der Maulhöhle reflektorisch zu einer Beschleunigung der Pansenbewegungen kommt.

Pansenfrequenzen, bezogen auf verschiedene Funktionszustände, werden von DZIUK und MCCAULY (1965), BALCH, KELLY und HEIM (1951) sowie BALCH (1958) beschrieben. DZIUK hat beim ruhenden Tier 0,6 - 1,2 Zyklen/Minute und beim wiederkauenden Tier 0,9 - 1,5 Zyklen/Minute beobachtet. Nach BALCH beträgt das Tagesmittel 60 Zyklen/Stunde. Die Bewegungsfolge soll beim fressenden Tier 105 Zyklen/Stunde, beim wiederkauenden Tier 50 Zyklen/Stunde und beim ruhenden Tier 60 Zyklen/Stunde betragen. (BALCH, KELLY und HEIM, zit. nach SELLERS und STEVENS, 1966). SEREN (zit. nach SCHEUNERT-TRAUTMANN, 1965) hat beim fressenden Tier im Mittel 12,1 und beim wiederkauenden Tier 9,21 Bewegungen des dorsalen Pansensackes in 5 Minuten registriert.

Nach alledem sind bei festen Fütterungszeiten damit zusammenhängende Veränderungen der Pansenfrequenz zu erwarten. Darüberhinaus hat sich aber gezeigt, daß jeder Wechsel zwischen Funktionszuständen mit Veränderungen der Pansenfrequenz einhergeht, die bei Futteraufnahme, Kauruhe und Wiederkauen deutlich voneinander abgesetzte Niveaus einhält. Die Veränderungen erfolgen dabei nicht unmittelbar sondern mit einer Latenz, die individuell verschieden zu sein scheint. Daß in den 3-Stunden-Registrierungen mit Methode A die Pansenfrequenzen bei Kauruhe und Wiederkauen nicht verschieden gewesen sind, hat höchstwahrscheinlich daran gelegen, daß die Rinder - in ihrem Verhalten durch benachbarte Tiere beeinflusst - nicht wirklich geruht haben und ihre Wiederkauperioden nur sehr kurz gewesen sind. Aus den 24-Stunden-Beobachtungen geht hervor, daß die Pansenbewegungen in längeren

Ruheperioden ohne Futteraufnahme deutlich vermindert sind. In der gleichen Untersuchungsreihe hat sich zudem gezeigt, daß die Körperstellung die Bewegungsfrequenzen nicht beeinflusst.

Zwischen den Pansenbewegungen und dem Wiederkauen besteht ein zeitlicher Zusammenhang, der in allen Registrierungen zum Ausdruck kommt (Abb. 17-20). Kurz nach Beginn der Remastikation setzt eine Primärkontraktion des dorsalen Pansensackes ein. Dieses Ereignis ist dadurch festgelegt, daß die Rejektion durch eine monophasische Haubenkontraktion eingeleitet wird, der dann die ca. 5 - 7 sec dauernde zyklische Netzmagenbewegung folgt. In ihrer zweiten Phase setzt die Primärkontraktion ein.

Die Rumination ist vom Verhalten her als gleichmäßig ruhiger Zustand anzusehen. Alle Tiere haben hierbei ihre niedrigsten Pansenfrequenzen gezeigt. Nur in Wiederkauperioden, die direkt auf Perioden der Futteraufnahme gefolgt sind und nur 10-15 Minuten gedauert haben, ist die Abnahme der Frequenz nicht immer deutlich gewesen. Beim Vt. E sind während der Ruminationsperioden im Mittel 9 Bewegungen in 5 Minuten registriert worden. Es ist dabei aufgefallen, daß in den Wiederkauperioden des Tages diese Frequenz jeweils erst nach 5-10 Minuten aufgetreten ist. In den Nachtstunden nach 22 Uhr ist die Bewegungsfolge dagegen sofort mit Beginn jeder Wiederkauperiode verlangsamt gewesen. Das weist darauf hin, daß es erstens eine bestimmte Zeit dauert, das neue Frequenzniveau einzustellen, und daß zweitens der jeweils vorausgehende Funktionszustand einen nachwirkenden Einfluß hat.

Versuche von ASH (1959), ASH und KAY (1959) sowie BAILE und PFANDER (1966) haben gezeigt, daß die intraruminale Applikation von niederen Fettsäuren die Hauben-Pansenmotilität hemmt, wenn der pH-Wert auf 4,5-5,0 fällt. Nach jeder Futteraufnahme steigen die Acidität des Panseninhaltes und die Resorptions-

geschwindigkeit der flüchtigen Fettsäuren. Es wäre denkbar, daß die Abnahme der Bewegungsfrequenzen in den der Futteraufnahme folgenden Wiederkauperioden mit erhöhten Fettsäurekonzentrationen im Blut zusammenhängt, doch lassen die bisher bekannten Befunde keine sicheren Schlüsse zu.

Ursprung und Ablauf der sogenannten Sekundärkontraktionen des Pansens, die in der Regel mit Ruktus einhergehen, sind nicht endgültig geklärt. Es ist die Frage zu stellen, ob vagale Impulse, welche die Primärkontraktionen bedingen, auch Auslöser darstellen für die Sekundärkontraktion oder ob diese durch spontane Depolarisationen in der Peripherie zustandekommen. Auffällig ist, daß die Sekundärkontraktionen keine feste zeitliche Korrelation zu den Primärkontraktionen haben. Sie folgen diesen unmittelbar oder erscheinen erst in der Mitte oder gegen Ende des Pansenzyklus. In Ruhe- und in Wiederkauperioden tritt häufig eine ganz bestimmte Sequenz auf. Die Sekundärkontraktion folgt in immer größer werdendem Abstand auf die Primärkontraktion, um dann einmal zu fehlen.

Daß die Vormagenmotilität vagal gesteuert wird, steht außer Frage. Die Existenz eines zusätzlichen peripheren Koordinationssystems in bestimmten Bezirken des Plexus myentericus wird wahrscheinlich gemacht durch folgende Tatsachen: Die Verteilung der vagalen Faserendigungen im Plexus myentericus ist nicht einheitlich, so daß es Zonen gibt, die stärker und andere, die schwächer versorgt sind. MORRISON und HABEL (1964) haben in ihren histologischen Untersuchungen gezeigt, daß sich ganz bestimmte Abschnitte der Vormagenwand dadurch auszeichnen, daß dort Vagusendigungen und Ganglienzellen, die mit Vagusfasern in Verbindung stehen, in besonders großer Zahl und Dichte vorkommen. Zu dieser sog. Zentralzone gehören der Fundus der Haube, die Schlundrinne, der Psalterpfeiler und der mittlere obere Abschnitt des dorsalen Pansensackes. In den beiden Blindsäcken und im Labmagen, die sie als

periphere Zone bezeichnen, ist die vagale Versorgung gering. GRAU und WALTER (1957) haben in ähnlichen Untersuchungen im Bereich der Schlundrinne Nervenzellhaufen in weitaus größerer Anzahl und Dichte als in allen anderen Vormagenabteilungen gefunden. Die funktionelle Bedeutung dieser Tatsache könnte darin liegen, daß der Plexus myentericus der Zentralzone als Koordinationssystem dient, das sowohl efferente vagale Impulse wie Impulse von sensorischen enteralen Neuronen erhält, diese dann koordiniert und die Erregungen über Assoziationsneurone zu anderen Magenabschnitten leitet.

Die Kontraktionsfolge Haube mit Atrium - dorsaler Pansensack - kaudodorsaler Blindsack - ventraler Pansensack - kaudoven-traler Blindsack könnte mit dem Vorhandensein von Mechano-rezeptoren erklärt werden, die unterschiedliche Schwellen haben oder mit synaptischen Verzögerungen bei der Erregungsübertragung im Plexus myentericus.

Die Sekundärkontraktionen sollen ihren Ursprung in den kaudalen Pansenkompartimenten haben, die wahrscheinlich nur indirekt vagal beeinflußt werden. Demzufolge wäre es möglich, daß sie durch myogene Erregungsbildung zustandekommen. Die mit Kontraktion und Erschlaffung einhergehenden Dehnungsreize könnten Depolarisationen an den Muskelfasermembranen auslösen.

Um das Verhalten der Tiere während der Nacht zu charakterisieren ist es notwendig, kurz auf das Problem des Schlafes bei Wiederkäuern einzugehen. Man weiß aus Beobachtungen und elektroencephalographischen Registrierungen an Jungtieren, daß diese zahlreiche kurze Schlafperioden haben. Es sind beim 3 Tage alten Lamm 22 solcher Tiefschlafperioden in 24 Stunden mit einer Gesamtdauer von etwa 2 Stunden beobachtet worden. Beim 8 Tage alten Tier sind es etwa 18 Phasen mit einer Gesamtdauer von $1 \frac{3}{4}$ Stunden und beim 2 Monate alten etwa 7 Phasen mit einer Dauer von insgesamt 45 Minuten gewesen. (RUCKEBUSCH, 1962, 1963a). Die Tiere liegen dabei auf der

Seite oder aber, was häufiger ist, in sterno-abdominaler Position mit dem Kopf auf der Flanke, wobei die Augen fest geschlossen sind. Erwachsene Wiederkäuer liegen dagegen selten auf der Seite und halten die Augen kaum jemals ganz geschlossen. Ihr Verhalten während der ausgedehnten Somnolenzperioden - also während Ruhe- und Wiederkauphasen - muß man wohl richtiger als Dösen denn als Schlafen bezeichnen. Sie liegen zwar relaxiert, die Augenlider sind halb geschlossen und die Schwelle für sensorische Reize ist erhöht. Dennoch setzen die mit dem Wiederkauen verbundenen Reflexe wie Rejektion, Remastikation und Abschlucken bestimmte Kopfhaltungen und einen gewissen Wachheitsgrad voraus. Man kann bei Tieren, die in liegender Position wiederkauen, sowohl typische Schlaf- wie auch typische Wach-Elektroencephalogramme (EEG) ableiten. BELL (1958a, 1960) hat bei liegenden Ziegen in Ruhe- und Wiederkauperioden ein EEG registriert, das durch langsame Wellen relativ großer Amplitude gekennzeichnet gewesen ist und somit den Hirnstromkurven ähnelt; die den Tiefschlaf anderer höherer Tiere charakterisieren. Entsprechende EEGs hat RUCKEBUSCH bei wiederkauenden Schafen und Ziegen gefunden. Gleichzeitig sind hierbei der Tonus der Halsmuskulatur sowie Herzschlag- und Atemfrequenz vermindert gewesen. Demgegenüber hat er aber auch in gleichen Aktivitätsphasen (Ruhe, Wiederkauen) ein Wach-EEG ableiten können, das durch rasche Wellen niedriger Amplitude ausgezeichnet gewesen ist. RUCKEBUSCH hat die diurnale Aktivität von Schafen und Ziegen bis zu einem Alter von 6 Monaten analysiert. Nach seinen Ergebnissen kann man das Ruhe- und Schlafverhalten dieser Tiere wie folgt charakterisieren: es gibt Somnolenzperioden, wie z.B. während des Wiederkauens, und es gibt echte Tiefschlafperioden, die beim erwachsenen Tier allerdings kurz sind und in einer Größenordnung von 20-30 Minuten pro 24 Stunden liegen. Während dieser Schlafperioden zeigt das EEG rasche Wellen niedriger Amplitude, der Tonus der Halsmuskulatur ist völlig verschwunden und die Netzmagenmotilität ist vermindert. Das

zeitliche Intervall zwischen zwei Vormagenzyklen beträgt in diesem Zustand 63 Sekunden.

KLEMM (1965) hat bei Ziegen elektroencephalographisch und verhaltensmäßig charakterisierte polyphasische Schlafperioden mit einer mittleren Dauer von $5,1^{+0,6}$ Minuten registriert.

Da in den vorliegenden Untersuchungen nur Pansen- und Atembewegungen geschrieben worden sind, ist es schwierig und mag willkürlich erscheinen, Ruhe- und Schlafperioden korrekt voneinander zu trennen. Aus dem Verhalten der Tiere und den auffälligen Veränderungen der Pansen- und Atemfrequenz in kurzen, sich ganz deutlich abhebenden Perioden kann aber gefolgert werden, daß es sich hierbei um Tiefschlafperioden gehandelt hat. Gesamtdauer und Häufigkeit dieser Perioden stimmen weitgehend mit den Angaben überein, die BALCH (1955) für das Rind gemacht hat.

Der Wechsel von Aktivität und Ruhe der Tiere ist eine Leistung bestimmter Strukturen im Thalamus, Hypothalamus und in der *Formatio reticularis*. Da die Wiederkäuer als ausgesprochene Digestionstypen darauf eingerichtet sind, ständig größere Mengen Futters aufzunehmen und zu verarbeiten, muß man annehmen, daß ihr Schlaf-Wachverhalten auf die unablässige Verdauungsaktivität abgestimmt ist, wobei die zentrale vegetative Regulation eine vorwiegend trophotrope Reaktionslage einstellt. Die Vormagenmotilität erhält allgemein fördernde Impulse vom *N. vagus*. Der Ursprungsort der parasympathischen visceralen Innervation ist hauptsächlich der dorsale motorische Vagus Kern. Diese Formation wiederum steht unter dem Einfluß einer trophotropen Zone im Hypothalamus. Die Verminderung der Pansenmotilität während der Nachtstunden und erst recht in den kurzen Schlafphasen wäre dann letzten Endes auf Veränderungen in den Zwischenhirnfunktionen zurückzuführen.

VI. Zusammenfassung

In einer Reihe von Kurz- und Langzeitregistrierungen (3 bzw. 12-24 Stunden) werden die Wandbewegungen des dorsalen Pansensackes sowie die Kautätigkeit an insgesamt sieben Rindern fortlaufend aufgezeichnet.

Die Bewegungsfrequenzen des Pansens bei Futteraufnahme (fr_F), Kauruhe (fr_K) und Rumination (fr_R) liegen bei längerer Dauer dieser Zustände auf jeweils typischen Niveaus. Dabei gilt:

$fr_F > fr_K > fr_R$. Die Unterschiede sind nur gering (ca. 1 Pansenzklus/5 Minuten) aber statistisch signifikant.

Die Höhe der Niveaus und die Differenzen zwischen verschiedenen Zuständen ($fr_F - fr_K$; $fr_K - fr_R$) bleiben bei ein und demselben Tier konstant.

Die Frequenz der Pansenbewegungen ist individuell verschieden. Sie wird durch die Körperstellung anscheinend nicht beeinflusst.

Primär- und Sekundärkontraktionen haben keine feste zeitliche Korrelation. Die Sekundärkontraktionen folgen entweder direkt den Primärkontraktionen oder erscheinen erst in der Mitte oder gegen Ende des Pansenzklus. Häufig treten in Ruhe- und Wiederkauperioden sich wiederholende Sequenzen auf, bei denen die Sekundärkontraktionen in immer größer werdendem Abstand auf die Primärkontraktionen folgen, um dann einmal zu fehlen.

Bei der Rumination besteht zwischen Rejektion und Remastikation einerseits und dem Beginn der Primärkontraktion des Pansens andererseits ein fester zeitlicher Zusammenhang. Die Zeitspanne zwischen der Rejektion und der ersten Pansenkontraktion hat bei allen Tieren im Bereich von 4 - 7 Sekunden gelegen. Bei ein und demselben Tier bleibt der Abstand zwischen diesen beiden Ereignissen auch in verschiedenen Ruminationsperioden konstant.

In den beobachteten Tiefschlafperioden (Gesamtdauer maximal 27 min/die), hat sich die Pansenfrequenz ungefähr auf die Hälfte vermindert.

VII. Literaturverzeichnis

1. Alexander, F. u.
E.W.Moodie The recording of rumen movements
 in the intact cow and the effect
 of certain drugs.
 Res. vet. sc. 1, 249-254, 1960
2. Andersson, B,
R.L.Kitchell u.
N.Persson A study of regulation of rumination
 and reticuloruminal motility.
 Acta Physiol. Scand. 46, 319-338, 1958
3. Ash, R.W. Inhibition and excitation of reticulo-
 rumen contractions following the in-
 troduction of acids into the rumen
 and abomasum.
 J. Physiol. (London) 147, 58-73, 1959
4. Ash, R.W. u.
R.N.B.Kay Stimulation and inhibition of reti-
 culum contractions, rumination and
 parotid secretion from the forestomach
 of conscious sheep.
 J. Physiol. (London) 149, 43-57, 1959
5. Baile, C.A. u.
W.H.Pfander A possible chemosensitive regulatory
 mechanism of ovine feed intake.
 Am. J. Physiol. 210, 1243-1248, 1966
6. Balch, C.C. Factors affecting the utilization of
 food by dairy cows. 6. The rate of
 contraction of the reticulum.
 Brit. J. Nutr. 6, 366-375, 1952
7. Balch, C.C. Sleep in ruminants.
 Nature, (London) 175, 940-941, 1955
8. Balch, C.C. Digestion in the rumen.
 Outlook Agr. 2, 33-44, 1958
9. Balch, C.C.,
A.Kelly u.
J.Heim Factors affecting the utilization of
 food by dairy cows. 4. The action of
 the reticulo-omasal orifice.
 Brit. J. Nutr. 5, 207-216, 1951
10. Baresel, K. Beiträge zur Therapie der Indigestionen
 des Rindes.
 Vet. Med. Diss. Berlin F.U. Nr. 423, 1963

11. Beghelli,V.,
G.Borgatti u.
P.L.Parmeggiani
Esperimenti sull'agnello per la
ricerca di un centro riflesso
bulbare regolatore dell'attività
del reticolo.
Boll.Soc.ital.biol.sper.36,
1371-1374, 1960
12. Beghelli,V.,
G.Borgatti u.
P.L.Parmeggiani
Sulla funzione del nucleo dorsale
del nervo vago nell'attività
riflessa del reticolo.
Arch.Sci.biol.45, 345-364, 1961
13. Beghelli,V.,
G.Borgatti u.
P.L.Parmeggiani
On the role of the dorsal nucleus
of the vagus in the reflex activity
of the reticulum.
Arch.ital.Biol.101, 365-384, 1963
14. Beghelli,V.,
G.Borgatti,
A.Mavrulis u.
P.L.Parmeggiani
Sulla organizzazione del centro
riflesso del reticolo nell'ovino.
Arch.Sci.biol.48, 249-266, 1964
15. Beghelli,V. u.
A.Mavrulis
Attività unitaria del nucleo dor-
sale del vago e motilità riflessa
atrio-ruminale, nell'ovino.
Arch.Sci.biol.50, 296-306, 1966
16. Beghelli,V. u.
A.Mavrulis
Sulla funzione del nucleo dorsale
del N. vago nell'attività riflessa
del rumine.
Boll.Soc.ital.biol.sper.43,
147-149, 1967
17. Bell,F.R.
The mechanism of regurgitation
during the process of rumination
in the goat.
J.Physiol.(London)142, 503-515,1958
18. Bell,F.R.
The electroencephalogram of conscious
goats and its association with the
ruminant state.
J.Physiol.(London)143, 46-47P,1958a
19. Bell,F.R.
The electroencephalogram of goats
during somnolence and rumination.
Brit.J.Anim.Behav.8, 39-42, 1960
20. Bell,F.R. u.
A.M.Lawn
Localization of regions in the me-
dulla oblongata of sheep associated
with rumination.
J.Physiol.(London)128, 577-592, 1955

21. Benkendörfer, A. Zur Klinik und Physiologie der
Pansenstätigkeit.
Vet.Med.Diss.Gießen, 1910

22. Benzie, D. u. The alimentary tract of the ru-
A.T. Phillipson minant.
Springfield, III : Thomas, 1957

23. Bergman, H.D. u. An experimental study of the mecha-
H.H. Dukes nism of regurgitation in rumination.
J.Am.Vet.Med.Assoc. 69, 600-612, 1926

24. Bhattacharya, N.K. u. Comparative study on the mechanical
D.N. Mullick factors in ruminant digestion.
I. A permanent rumen plug for buffalo
and cattle and the method for re-
cording reticulo-ruminal movements.
Indian J.Vet.Sc. 35, 272-274, 1965

25. Brüggemann, J. Über eine Methode zur Registrierung
der Magenbewegungen beim kleinen
Wiederkäuer.
Arch.wiss.prakt.Tierhk.Berlin 69,
296, 1935

26. Brunaud, M. u. Etudes sur la motricité des estomacs
M.Dussardier des Ruminants. I. Réseau et Rumen.
Recueil méd.vét. (Paris) 129, 137-154, 1953

27. Brunaud, M. u. Etudes sur la motricité des estomacs
M.Dussardier des Ruminants. II. Feuillet et Caillette.
Receuil méd.vét. (Paris) 129, 273-286, 1953a

28. Brunaud, M. u. 1953, zit. nach Nr. 35
Navarro

29. Clark, R. A review of our present knowledge of
factors and drugs influencing rumen
motility.
J.S.African Vet.Med.Assoc. 21, 49-57, 1950

30. Clark, C.H. The nerve control of rumination and
reticuloruminal motility.
Am.J.Vet.Res. 14, 376-384, 1953

31. Colin, G. Traité de physiol.comp.des animaux.
2.Auflage, 1, Paris, 1871

32. Colvin, H.W., jr. u.
L.B. Daniels Rumen motility as influenced by
physical form of oat hay.
J. Dairy Sci. 48, 935-941, 1965
33. Czepa, A. u.
R. Stigler Der Wiederkäuermagen im Röntgenbild.
Pflügers Arch. Physiol. 212, 300-356, 1926
34. Czepa, A. u.
R. Stigler Der Verdauungstrakt des Wiederkäuers
im Röntgenbild (II. Mitteilung)
Urban u. Schwarzenberg, 1929
35. Dirksen, G. Die Motorik der Vormägen der Wieder-
käufer.
Z. Tierphysiol. 19, 13-24, 1963
36. Dougherty, R.W. A study of drugs affecting the moti-
lity of the bovine rumen.
Cornell Vet. 32, 269-280, 1942
37. Dougherty, R.W. u.
Dana Crumb A new method for the graphic re-
cording of rumen motility in the
intact animal.
Cornell Vet. 39, 1-10, 1949
38. Dougherty, R.W. u.
R.E. Habel The cranial esophageal sphincter, its
action and its relation to eructation
in sheep as determined by cinefluoro-
graphy.
Cornell Vet. 45, 459-464, 1955
39. Dougherty, R.W. u.
C.W. Meredith Cinefluorographic studies of the
ruminant stomach and eructation.
Am. J. Vet. Res. 16, 96-100, 1955
40. Dougherty, R.W.,
E. Habel u.
H.E. Bond Esophageal innervation and the
eructation reflex in sheep.
Am. J. Vet. Res. 19, 115-128, 1958
41. Downie, H.G. Photokymographic studies of regurgi-
tation and related phenomena in the
Ruminant.
Am. J. Vet. Res. 15, 217-223, 1954
42. Dracy, A.E. u.
W.O. Essler Some ruminal reticular pressures
recorded by radiotelemetry.
J. Dairy Sci. 47, 1428, 1964
43. Dracy, A.E. u.
A.J. Kurtenbach A technique for measuring bovine
intraruminal reticular pressure.
J. Dairy Sci. 48, 1250, 1965

44. Duncan,D.L. The effects of vagotomy and splanchnotomy on gastric motility in the sheep.
J.Physiol.(London)119, 156-169, 1953
45. Dussardier,M. Contrôle nerveux du rythme gastrique des ruminants.
J.Physiol.Pathol.Gén.47, 170-173,1955
46. Dussardier,M. Recherches sur le contrôle bulbaire de la motricité gastrique chez les ruminants.
Inaug.Diss.Paris, Univ.de Paris, 1960
47. Dziuk,H.E. Radiotelemetry for stomach motility studies in ruminants.
Med.Electron.Biol.Engng.2, 281-287,1964
48. Dziuk,H.E. Eructation, regurgitation and reticuloruminal contraction in the American bison.
Am.J.Physiol.208, 343-346, 1965
49. Dziuk,H.E. u.
A.F.Sellers Physiological studies of the vagal nerve supply to the bovine stomach. I. Comparison of responses in milk-fed and roughage-fed calves, using a chronic intrathoracic vagal electrode technique.
Am.J.Vet.Res.16, 411-417, 1955
50. Dziuk,H.E. u.
A.F.Sellers Physiological studies of the vagal nerve supply to the bovine stomach. II. Studies on the eructation mechanism in adult cattle.
Am.J.Vet.Res.16, 499-504, 1955a
51. Dziuk,H.E.,
B.A.Fashingbauer u.
J.M.Idstrom Ruminoreticular pressure patterns in fistulated white-tailed deer.
Am.J.Vet.Res.24, 772-783, 1963
52. Dziuk,H.E. u.
E.H.McCauley Comparison of ruminoreticular motility patterns in cattle, sheep and goats.
Am.J.Physiol.209, 324-328, 1965
53. Ehrlein,H.J. u.
H.Hill Einflüsse des Volumens und der Zusammensetzung des Labmagen- und Duodenalinhaltes auf die Motilität der Wiederkäuermägen.
33.Tagung der Deutschen Physiologischen Gesellschaft,Würzburg, 1967

54. Flourens, P. Mém. de l'Acad.roy.des sciences de l'institut de France.
12, 483-506, 531-549, 1833
55. Flourens, P. Expériences sur le mécanisme de la rumination.
Mém. d'anat. et de physiol. comparées, Paris, 1844
56. Grau, H. u. P. Walter Über die feinere Innervation der Vormägen der Wiederkäuer.
Acta Anat.31, 21-35, 1957
57. Habel, R.E. A study of the innervation of the ruminant stomach.
Cornell Vet.46, 555-633, 1956
58. Haubner, G.C. Über die Magenverdauung der Wiederkäuer. Wien, 1837
59. Hill, K.J. Nervous structures in the reticulorumen epithelium of the goat.
J.Physiol.(London)139, 4-5P, 1957
60. Hill, K.J. Nervous structures in the reticulorumen epithelium of the lamb.
J.Physiol.(London)143, 30-31P, 1958
61. Hoflund, S. Untersuchungen über Störungen in den Funktionen der Wiederkäuermagen durch Schädigungen des N.Vagus verursacht.
Svensk Veterinärtidskrift. Suppl.45 Stockholm, 1940
62. Iggo, A. Spontaneous and reflexly elicited contractions of reticulum and rumen in decerebrated sheep.
J.Physiol.(London)115, 74-75P, 1951
63. Iggo, A. Tension receptors in the stomach and the urinary bladder.
J.Physiol.(London)128, 593-607, 1955
64. Iggo, A. Central nervous control of gastric movements in sheep and goats.
J.Physiol.(London)131, 248-256, 1956

65. Iggo, A. u.
B.F. Leek
An electrophysiological study of single vagal efferent units associated with gastric movements in sheep.
J. Physiol. (London) 191, 177-204, 1967
66. Iggo, A. u.
B.F. Leek
An electrophysiological study of some reticulo-ruminal and abomasal reflexes in sheep.
J. Physiol. (London) 193, 95-100, 1967a
67. Itabashi, T.
Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. I. Diurnal trend and wave forms of potential fluctuations led from the body surface of goats.
Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 4, 92-103, 1964a
68. Itabashi, T. u.
H. Matsumoto
Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. II. Wave forms and potential distribution of periodic potential fluctuations in goats.
Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 4, 104-114, 1964b
69. Itabashi, T.
Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. III. Relations between periodic potential fluctuations and intragastric pressure in goats.
Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 4, 115-124, 1964c.
70. Itabashi, T.
Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. Supplementary examination on the relationship between periodic potential fluctuations and intragastric pressure in goats.
Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 5, 97-103, 1965
71. Itabashi, T. u.
H. Matsumoto
Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. IV. Relationships between periodic potential fluctuations led from the body surface and from several parts of the stomach walls in goats.
Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 6, 43-55, 1966

72. Itabisashi, T. Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. V. Wave forms and potential distribution of periodic potential fluctuations in goats with direct-coupled amplifiers. Nat.Inst.Anim.Hlth.Quart.6, 56-61, 1966a
73. Itabisashi, T. Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomach. VI. On the occurring mechanism of periodic potential fluctuations led from the body surface of goats. Nat.Inst.Anim.Hlth.Quart.6, 62-73, 1966b
74. Klemm, W.R. Sleep and paradoxical sleep in ruminants. Proc.Soc.exp.Biol.(N.Y.)121, 635-638, 1966
75. Leek, B.F. Single unit activity in cervical vagal efferent axons associated with reticulo-ruminal movements. J.Physiol.(London)169, 5-6P, 1963
76. Leek, B.F. The reflex regulation of reticulo-ruminal movements. Proc.World Congr. Anim. Feed.Sect.2, S.19-24, Madrid, 1966
77. Magee, H.E. Observation on digestion in the ruminant. J.Exptl.Biol.9, 409-426, 1932
78. Mangold, E. Methodik der Untersuchungen des Wiederkäuermagens. Handbuch der biolog.Arbeitsmethoden hrsg.v.E.Abderhalden, Abt.IV, Teil6/II S.1775-1828, 1928
79. Mangold, E. Die Verdauung der Wiederkäuer. Handb. d. Ernährung u. d. Stoffwechsels d. landwirtschaftl. Nutztiere. Bd. 2 Springer Berlin, 1929

80. Mangold, E. u. E. Schilf
Die graphische Registrierung der Magenbewegungen und die Druckmessung im Magen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, hrsg. v. E. Abderhalden, Abt. IV. Teil 6/I, 1925
81. Mangold, E. u. W. Klein
Bewegungen und Innervation des Wiederkäuermagens. G. Thieme, Leipzig, 1927
82. Matsumoto, H.
Periodic potential fluctuations associated with the movement of the forestomach of goats. Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart. 4, 86-91, 1964
83. McCauley, E. H. u. H. E. Dziuk
Correlation of motility and gas collection from goat rumen. Am. J. Physiol. 209, 1152-1154, 1965
84. Morrison, A. R. u. R. E. Habel
A quantitative study of the distribution of vagal nerve endings in the myenteric plexus of the ruminant stomach. J. Comp. Neurol. 122, 297-309, 1964
85. Müller, D.
Experimentelle Untersuchungen über die Hauben- und Pansenbewegungen unter Einwirkung einiger Pharmaka. Vet. Med. Diss. Berlin F. U., 1952
86. Natscheff, B. u. Iw. Iwanoff
Die Registrierung der Pansenbewegungen mit Hilfe des Rumino-graphes unter besonderer Berücksichtigung der Diagnose der Vormagenerkrankungen des Rindes. Mh. Vet.-Med. 3, 147-151, 1962
87. Nichols, R. E.
A note on eructation in sheep as related to rumen fluid level and gas insufflation. Am. J. Vet. Res. 12, 199-200, 1951
88. Ohga, A., Y. Ota u. Y. Nakazato
The movement of the stomach of sheep with special reference to the omasal movement. Jap. J. Vet. Sc. 27, 151-160, 1965

89. Payne, L.C. Simple telemetering system for signaling high rumen pressures. Science, 131, 611-612, 1960
90. Phillipson, A.T. The movements of the pouches of the stomach of sheep. Quart. J. Exptl. Physiol. 29, 395-415, 1939
91. Quast, P. Die graphische Registrierung der Pansen- und Labmagenbewegungen des Schafes unter Berücksichtigung des Wiederkauens. Vet. Med. Diss. Berlin, 1937
92. Rahn, E.L. The design and construction of a radiotelemetry unit for the study of ruminal pressures. M.S. thesis, South Dakota State College, 1961
93. Reid, C.S.W. Eructation and rumen movements in sheep. J. Physiol. (London) 153, 39-40P, 1960
94. Reid, C.S.W. Diet and the motility of the fore-stomach of the sheep. Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 23, 169-188, 1963
95. Reid, C.S.W. u. J.W. Cornwall The mechanical activity of the reticulorumen of cattle. Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 19, 23-35, 1959
96. Reid, C.S.W. u. D.A. Titchen Activity of the partially exteriorized reticulum and rumen in conscious sheep. J. Physiol. (London) 149, 14-15P, 1959
97. Reid, C.S.W. u. D.A. Titchen Reflex stimulation of movements of the rumen in decerebrate sheep. J. Physiol. (London) 181, 432-448, 1965
98. Roman, C. La commande motrice de l'oesophage au cours de la rumination. C.R. Soc. Biol. (Paris) 160, 603-606, 1966
99. Rousseau, J.P. Rôle comparé des muscles du nasopharynx et de la glotte dans l'inspiration de rumination dite "à glotte fermée". C.R. Soc. Biol. (Paris) 160, 606-610, 1966

100. Ruckebusch, Y. Evolution post-natale du sommeil chez les Ruminants. C.R.Soc.Biol.(Paris)156, 1869, 1962
101. Ruckebusch, Y. Liaisons réflexes conditionnelles chez les Ruminants. II. Rumination. Bull.Acad.vét.France,2, 99-107, 1963
102. Ruckebusch, Y. Le cycle veille-sommeil chez les Ruminants. Econ.Méd.anim.4, 219-225, 1963a
103. Ruckebusch, Y. u. J.-P.Laplace Etude radio-téléométrique de la motricité gastrique et de la fréquence cardiaque chez les ruminants. Bull.Soc.Sci.Vét.et Méd.comparée, Lyon, 68, 235-240, 1966
104. Ruckebusch, Y. u. J.-P.Laplace Etude comparée de la motricité rumino-reticulaire au cours de la réjection mérycique et du vomissement chez le mouton. C.R.Soc.Biol.(Paris)160, 2108-2113, 1966a
105. Ruckebusch, Y. u. J.-P.Laplace Déclenchement expérimental de la rumination. C.R.Soc.Biol.(Paris)160, 112-117, 1966b
106. Ruckebusch, Y. Laplace u. Perret Etude expérimentale de la motricité du complexe gastrique chez le mouton. Tonfilm aus dem Institut National des Sciences Appliquées, Lyon Service de Physiologie et de Pharmacodynamie, 1967
107. Schalk, A.F. u. R.S.Amadon Physiology of the ruminant stomach. Bull.216, North Dakota Agr. Expt. Sta., Fargo, 1928
108. Scheunert, A. u. A.Trautmann Lehrbuch der Veterinärphysiologie. 5.Aufl. Verlag P.Parey Berlin, 1965
109. Sellers, A.F. u. C.E. Stevens Motor functions of the ruminant forestomach. Physiol.Rev.46, 634-661, 1966
110. Seren zit. nach Nr. 108 S. 223

111. Stevens,C.E. u.
A.F.Sellers Physiological studies of the vagal
nerve supply to the bovine stomach.
III. Procaine effects on the dorsal
vagal trunc.
Am.J.Vet.Res.17, 588-598, 1956
112. Stevens,C.E. u.
A.F.Sellers Studies of the reflex control of
the ruminant stomach with special
reference to the eructation reflex.
Am.J.Vet.Res.20, 461-482, 1959
113. Stevens,C.E. u.
A.F.Sellers Pressure events in bovine esophagus
and reticulorumen associated with
eructation, deglutition and regurgi-
tation.
Am.J.Physiol.199, 598-602, 1960.
114. Stevens,C.E.,
A.F.Sellers u.
F.A.Spurrell Function of the bovine omasum in
ingesta transport.
Am.J.Physiol.198, 449-455, 1960
115. Stigler,R. Der Mechanismus der Rumination.
Wiss.Arch.Land. B, 4.Band,4.Heft,
Springer Berlin, 1931
116. Titchen,D.A. Reflex stimulation and inhibition
of reticulum contraction in the
ruminant stomach.
J.Physiol.(London)141, 1-21, 1958a
117. Titchen,D.A. Partial exteriorization of the
reticulum in the sheep.
J.Physiol.(London)143, 35P, 1958b
118. Titchen,D.A. The production of rumen and reti-
culum contractions in decerebrate
preparations of sheep and goats.
J.Physiol.(London)151, 139-153,1960
119. Titchen,D.A. u.
C.S.W.Reid The nervous control of the ruminant
stomach. Part I and Part II.
N.Zealand Vet,J.12, 81-88, 1964
120. Wallace,V.
A.E.Dracy u.
R.K.Oines A radiosonde for measuring ruminal
pressure.
Proc.South Dakota, Acad.Sci.38,146,1959
121. Weiss,K.E. Physiological studies on eructation
in ruminants.
Onderstepoort J.Vet.Res.26,251-283,1953

122. Wester, J. Die Physiologie und die Pathologie der Vormägen beim Rind.
Verlag Richard Schötz Berlin, 1926
123. Williams, E.J.A. A study of reticuloruminal motility in adult cattle in relation to bloat and traumatic gastritis. I. A study of reticuloruminal motility in adult cattle with reference to the eructation of ruminal gases and bloat.
Vet.Med.67, 907-911, 1955
124. Wyrwicka, W. u. C.Dobrzecka Conditioning of centrally induced rumination in goats.
Bull.Acad.pol.Sci.13, 247-250, 1965

Ich danke allen Mitarbeitern des Instituts für Veterinär-Physiologie, die mir bei der Arbeit behilflich gewesen sind, insbesondere Herrn Professor Dr. G. Wittke für Thema und Anleitung, sowie den Herren Dr. A. Bayer und Dr. E. Schäffer für die Einrichtung der Methoden und für technische Beratung.

Nicht zuletzt möchte ich Herrn Professor Dr. Kliesch dafür danken, daß ich einen Teil der Untersuchungen im Rinderstall seines Instituts vornehmen durfte.

Lebenslauf

Am 27. August 1941 wurde ich, Heide Angela von Seefeld, als drittes Kind des Rechtsanwaltes Dr. Alfred von Seefeld und seiner Ehefrau Afrika, geb. Doering, in Berlin geboren. Nach Besuch der Grundschule und der Droste-Hülshoff-Schule in Berlin, legte ich am 11. Februar 1960 die Reifeprüfung ab und begann mit dem Sommersemester 1960 das Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin.

Am 4. April 1962 bestand ich die tierärztliche Vorprüfung und setzte vom 24. April 1962 bis zum 14. Februar 1963 mein Studium an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover fort. Vom 22. November 1963 bis zum 25. April 1966 studierte ich wieder an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin. Dort legte ich am 11. Februar 1966 die tierärztliche Prüfung ab.

Meine Praktikantenzeit leistete ich vom 1. Juni 1966 bis zum 31. Juli 1966 im Institut für Veterinär-Physiologie der Freien Universität Berlin, Direktor Prof.Dr.G.Wittke, und vom 1. August 1966 bis zum 30. November 1966 in der Klinik für Geburtshilfe, Klautierkrankheiten und tierärztliche Ambulanz, Direktor Prof.Dr.H.-J.Heidrich, ab.

Mit Wirkung vom 2. Dezember 1966 wurde mir vom Senator für Gesundheitswesen von Berlin die Bestallung als Tierarzt erteilt.

Vom 1. Februar 1966 bis zum 31. Juli 1966 war ich im Institut für Veterinär-Physiologie mit der Wahrnehmung der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten beauftragt.

Vom 1. August 1966 bis zum 31. März 1967 war ich dort als wissenschaftliche Hilfsassistentin tätig. Seit dem 1. April 1967 bin ich am gleichen Institut wieder mit der Wahrnehmung der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten beauftragt.

